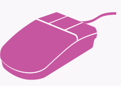
1’2012 Технический журнал для специалистов ремонтно-сервисных служб

МИР ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

В НОМЕРЕ



Учебно-практический центр “ЭКСПЕРТ”

лицензия на право ведения образовательной деятельности РО №013477 от 30.11.2010

Ваш учебный центр подготовки специалистов по ремонту и техническому обслуживанию компьютеров и оргтехники



Ищите оптимальный вариант для обучения сотрудников по ремонту и техническому обслуживанию современной компьютерной техники и оргтехники? У нас самый широкий спектр лучших профессиональных курсов этого направления. Работать с нами выгодно и удобно!

Система скидок



Мы предлагаем различные варианты снижения затрат на обучение за счет использования персональных скидок:

1. При обучении в текущем учебном году двух и более сотрудников, предоставляется скидка на обучение в размере 10%.

2. При направлении в одну учебную группу двух и более сотрудников, предоставляется скидка в размере 15%.

3. Обучившийся на курсах специалист получает возможность в течение года пройти обучение на любом другом курсе со скидкой 20%.

4. Акция **“Всегда лучшая цена”** позволяет получить цену на курсы на 10% ниже той цены, которую вам предложили в других учебных центрах на аналогичные курсы.

Цены



Мы предлагаем своим заказчикам самые привлекательные цены на курсы повышения квалификации, гарантируя при этом высочайшее качество услуг.

Дополнительные бесплатные услуги



Бронирование гостиницы и организация комфортного проживания во время обучения.

Встреча на вокзале и в аэропорту.

Возможность включения стоимости проживания в стоимость курсов.

Бесплатное питание во время обучения.

Индивидуальный подход



Все вопросы по поводу выбора курса, организации обучения, изменения сроков проведения курсов, возможности предоставления особых условий по стоимости и порядку оплаты курсов, вы можете решить с нашими менеджерами.

Страховка работодателя



Если обучившийся у нас на курсах сотрудник увольняется в течение одного года после окончания курса, организация-Заказчик имеет возможность направить на обучение по точно такому же курсу другого своего сотрудника всего за **половину стоимости курса**.

www.xprt.ru info@xprt.ru +7 (8412) 20-37-50

Что мы ищем в Интернете?...

Здравствуйте, дорогие наши читатели! Среди огромного числа современных сервисных специалистов, и, в первую очередь, среди наиболее молодых, утвердилась устойчивая привычка искать в Интернете ответы на любые профессиональные вопросы. Первое что делает такой специалист, столкнувшись с той или иной проблемой….

Нет, нет… Он не станет размышлять о принципах функционирования ремонтируемого устройства, не станет изучать его элементную базу, анализировать его схемотехнику, одним словом, пытаться вникнуть в проблему… И уж тем более не откроет книгу/справочник/учебник. А уж о походе в библиотеку и говорить страшно.

Зачем забивать себе голову? К чему все эти муки творчества? Ведь есть всемогущий и всезнающий Интернет! Стоит только подключится к Интернету, ввести запрос… И о чудо! Все рассказали, а иногда и показали, что и как делать!

В настоящее время имеется огромное количество форумов и конференций, на которых, как кажется, можно получить ответ на любой свой вопрос. И вот в поисках решения своей проблемы тысячи специалистов бросаются на эти форумы, задают вопросы, ввязываются в дискуссии и обсуждения….

Но, как мне кажется, есть несколько вопросов, ответы на которые должны нас заставить задуматься.

А, собственно, с кем вы общаетесь? Кто дает вам советы и рекомендации? Какова квалификация этих специалистов?

Специалист-консультант, дающий вам совет, практически постоянно «висит» в Интернете? А когда же он работает и зарабатывает? Когда он успевает набираться опыта, чтобы раздавать советы налево и направо?

Как вы думаете, сколько часов в день высококлассный и востребованный специалист должен проводить в Интернете, ожидая, когда вы зададите ему свой вопрос?

Профессионалу, имеющему доступ к сервисной документации, обладающему огромным опытом работы зачем нужен этот ваш форум? Что найдет он на этом форуме? Что такого полезного получит он от общения с вами?

Итак, вспоминая классика, так и хочется спросить: «А судьи кто?»

С тоской читая на форумах посты и комментарии к ним, понимаешь, как деградировала наша профессия. Давайте посмотрим на себя… Что за вопросы задаются на форумах? А какие ответы!!!

Такое впечатление, что теперь ремонтом электронной техники занимаются лишь выпускники корректирующих школ. Возможно, я что-то пропустил, и какой-то очередной лысоватый мужичок на броневике кинул клич, что ремонтировать электронику должна каждая кухарка? А иначе как понять весь этот профессиональный отстой?

Я, конечно же, далек от мысли, что в Интернете отсутствуют профессионалы и просто опытные спецы. Достаточно примеров, когда на форумах можно найти очень толковую и крайне полезную информацию, и действительно достойных людей, чья подвижническая деятельность вызывает только лишь уважение. Я не об этом…

Я о том, что среди большинства, так называемых специалистов, отсутствует элементарнейшая профессиональная под-

готовка, отсутствуют необходимые знания, но, что самое страшное, – отсутствует желание работать головой и отсутствует стремление к самообразованию.

К огромному сожалению, многие форумы и конференции превратились в места пустопорожней болтовни, где одни дилетанты учат других дилетантов.

« Я ничего не знаю…, ничего не умею…, никогда не делал…, никогда не ремонтировал…., никогда не думал, что…, ничего не понимаю в…., но подскажите мне, как…..» Знакомо? И это специалисты? Радует лишь одно - это не форумы врачей.

А может быть уже достаточно непрофессионализма во всей нашей жизни? Может быть нам всем следует начать, наконец-то, работать самостоятельно и по умному, следует сесть за учебники? Может быть перестать грузить элементарными вопросами и глупостями своих коллег через форумы и конференции?



С уважением, главный редактор
Конягин Алексей Владимирович

Магнитный усилитель в системных блоках питания. Методы стабилизации выходных напряжений.

Стабильность выходных напряжений является главной добродетелью любого источника питания. А уж если вести разговор о системном источнике питания персонального компьютера, то эта его характеристика является вдвойне важной. И доказывать это сейчас уже никому не нужно – в словарном багаже практически любого современного человека, являющегося пользователем персонального компьютера, имеются фразы типа «на блоках питания не экономят» и «хороший блок питания – это половина компьютера». А как же обеспечивается стабильность выходных напряжений в этом, таком важном блоке питания? Об одном из возможных и часто применяемых на практике способов стабилизации, мы и решили рассказать нашим читателям.

Системным блоком питания вырабатывается целый ряд напряжений с разными номиналами: +3.3В, +5В, +12В. -12В. За исключением -12В, все выходные напряжения блока питания должны быть достаточны стабильными и должны отклоняться от номинального значения не более чем на 5%. Для людей непосвященных, выполнение этого требования не представляется чем-то сложным. «А что здесь такого» - рассуждают они: «в каждом выходном канале нужно установить по стабилизатору – и готово!». Однако все далеко не так просто. Сложность в решении такой, казалось бы, простой задачи заключается в том, что все выходные каналы системного блока питания оказываются сильно нагруженными – токи этих каналов могут достигать значений в несколько десятков Ампер. Стабилизаторы в виде интегральных микросхем на такие токи и на такие мощности не найдешь, по крайней мере, за разумную стоимость, да к тому же, линейные стабилизаторы не отличаются высоким КПД. Единственным способом

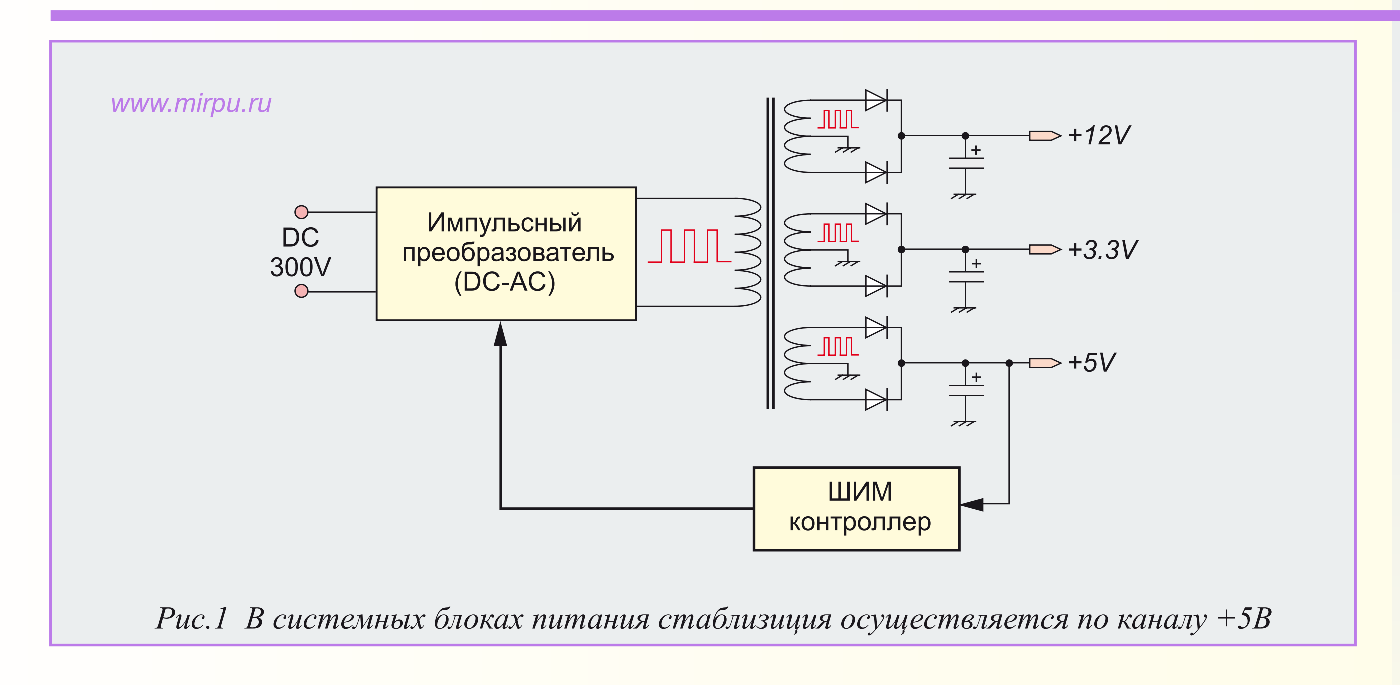


Рис.1 В системных блоках питания стабилизация осуществляется по каналу +5В

стабилизировать выходные напряжения, оставляя стоимость источника питания на приемлемом уровне и обеспечивая хорошее значение КПД, оказывается метод импульсного преобразования. Но и здесь не все так просто…

Для снижения стоимости и для обеспечения приемлемых габаритов блока питания, все его выходные напряжения формируются одним импульсным преобразователем, т.е. все они получаются выпрямлением импульсов, снимаемых с обмоток одного трансформатора (исключение составляет дежурное напряжение +5V_SB). А так как все напряжения формируются на одном трансформаторе, то их раздельная регулировка за счет изменения режима работы импульсного преобразователя невозможна. Изменение напряжений, формируемых на одном трансформаторе, всегда происходит прямопропорционально.

В системных источниках питания для стабилизации выходных напряжений в качестве эталонного напряжения принято использовать +5В (рис.1). Именно это напряжение используется в качестве сигнала обратной связи, и именно по нему осуществляется регулировка импульсного преобразователя. Таким образом, если в канале +5В

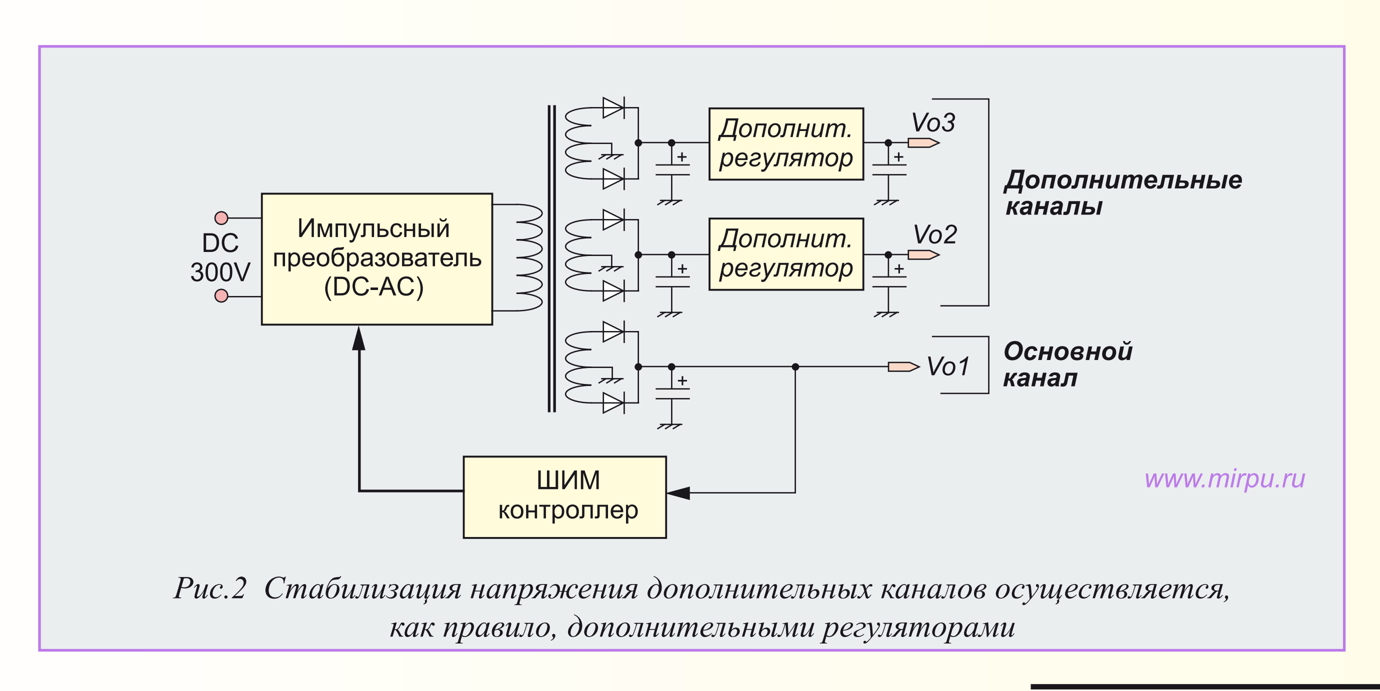


Рис.2 Стабилизация напряжения дополнительных каналов осуществляется, как правило, дополнительными регуляторами

обнаруживается снижение напряжения и преобразователь в целях стабилизации пытается его увеличить, то это приводит к прямопропорциональному увеличению напряжения всех остальных каналов, хотя они и так соответствовали номиналам.

Схемотехника импульсных многоканальных источников питания предполагает наличие основного канала, по которому осуществляется стабилизация. Этот канал отличается от других выходных каналов, либо наибольшей токовой нагрузкой, либо наиболее жесткими требованиями к качеству выходного напряжения. Стабилизация напряжения остальных каналов может осуществляться дополнительными регуляторами напряжения (стабилизаторами), представляющими собой линейные, параметрические и другие регуляторы напряжения (рис.2).

В некоторых системных блоках осуществляется так называемая комплексная стабилизация выходных напряжений. Это подразумевает, что к сигналу обратной связи, формируемому из напряжения канала +5В, добавляются и сигналы с остальных каналов, создавая таким образом суммарный сигнал обратной связи. Комплексная стабилизация позволяет реагировать на изменения напряжения не только в основном канале (+5В), но и в других каналах. Кроме того, для анализа токов второстепенных напряжений в блоках питания традиционно используется дроссель групповой стабилизации. Но и он работает по принципу: «Изменение тока одного канала ведет к изменению выходных напряжений всех каналов». Итак, получается, что в любом случае, хоть при комплексной, хоть при групповой, хоть при «индивидуальной»

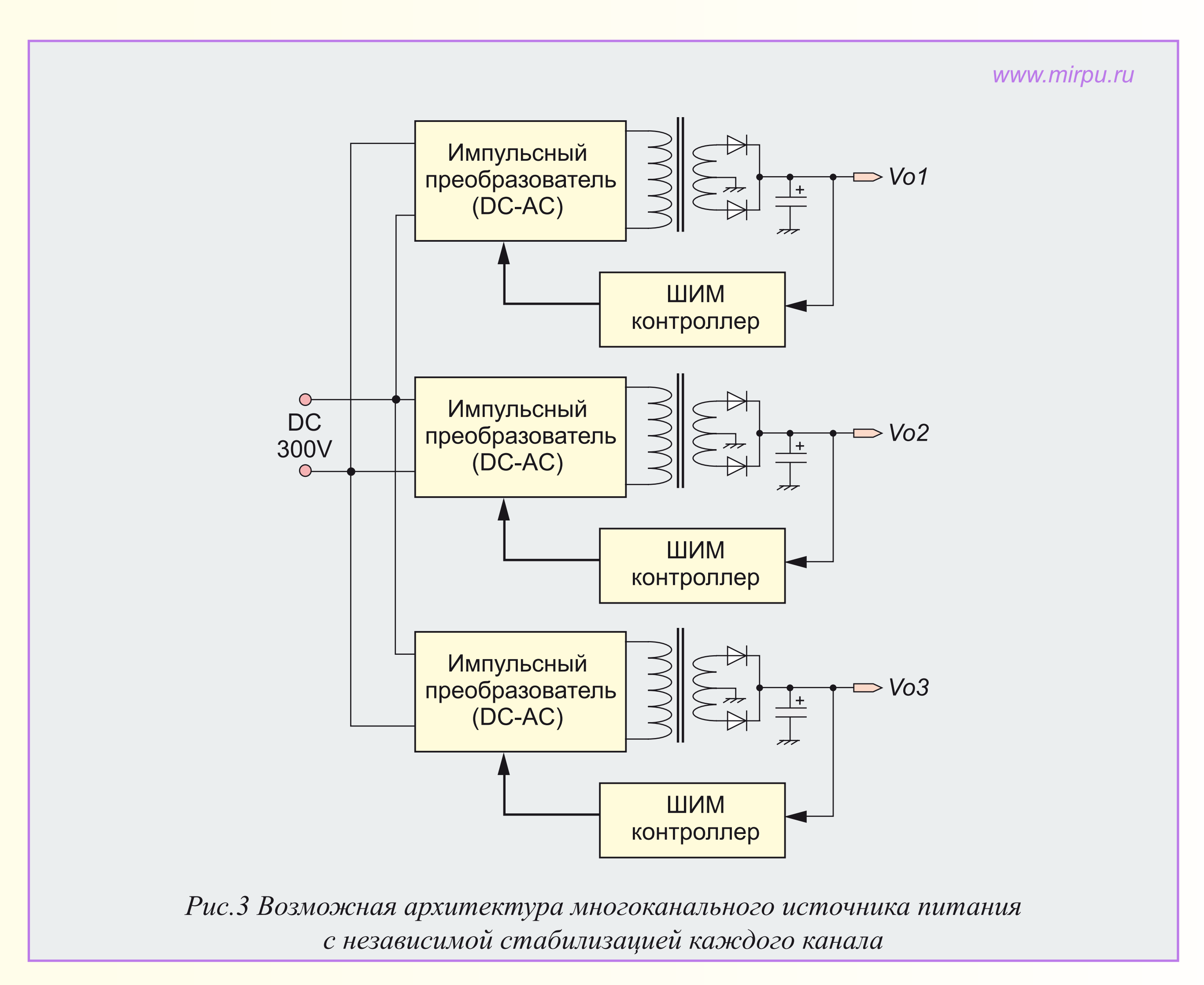


Рис.3 Возможная архитектура многоканального источника питания с независимой стабилизацией каждого канала

стабилизации, изменение тока одного канала вызывает изменение напряжений всех других каналов. И исправить такое положение невозможно. В качестве решения данной проблемы, можно было бы предложить такую схемотехнику блоков питания, при которой для каждого напряжения используется отдельный импульсный преобразователь и отдельный трансформатор (рис.3). Но здесь появляются другие сложности: цена, габариты необходимость синхронизации преобразователей или их хорошая экранировка и т.п.

Может показаться, что решить проблему возможно установкой импульсных DC-DC преобразователей в каждом канале, и обеспечением таких преобразователей собственными независимыми схемами управления (подобные прецеденты имели место в схемотехнике системных блоков питания – достаточно вспомнить HR200, в котором напряжение +3.3 В получали путем DC-DC преобразования напряжения +12В). Однако и здесь появляются такие же проблемы – цена и габариты, а также накладывается еще и проблема синхронизации разных DC-DC преобразователей, и проблема подавления взаимных высокочастотных помех.

Но, как оказывается, существует схемотехническое решение, которое позволяет осуществлять регулировку и стабилизацию выходного напряжения независимо от остальных каналов блока питания, и при этом позволяет обойти все те проблемы, которые было озвучены в предыдущих двух абзацах. И такое схемотехническое решение называется «магнитный усилитель».

В современных блоках питания магнитный усилитель получил достаточно широкое распространение в качестве независимого стабилизатора напряжения +3.3В. Применение магнитного усилителя в других каналах блока питания не практикуется, но возможно это только пока.

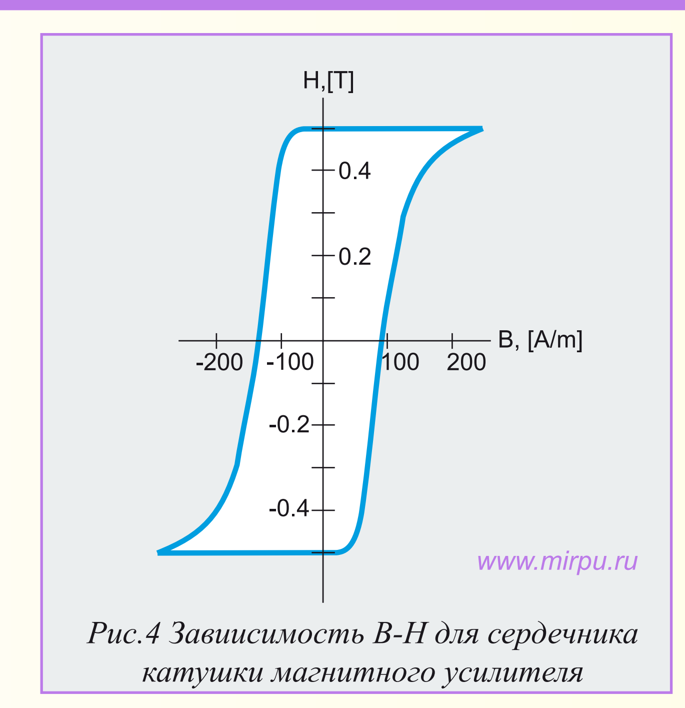


Рис.4 Зависимость B-H для сердечника катушки магнитного усилителя

Схемотехника магнитного усилителя достаточно интересна, и именно она является главной темой данной статьи.

После такого большого вступления, надеемся, что цель применения магнитного усилителя в системных блоках питания, теперь понятна, и поэтому переходим к его детальному обсуждению.

Магнитный усилитель является простым, эффективным и дешевым способом управления дополнительными выходными напряжениями вторичной стороны импульсных преобразователей. Свое применение в схемотехнике источников питания магнитный усилитель стал получать в начале 70-х годов 20 века.

Несмотря на свое название, магнитный усилитель в реальности представляет собой индуктивный элемент, использующийся в качестве управляемого ключа. Основным элементом магнитного усилителя является катушка, намотанная на сердечник с относительно прямоугольной зависимостью B-H (**зависимость магнитной индукции от напряженности внешнего магнитного поля**) (рис.4).

В основу работы магнитного усилителя положены следующие физические

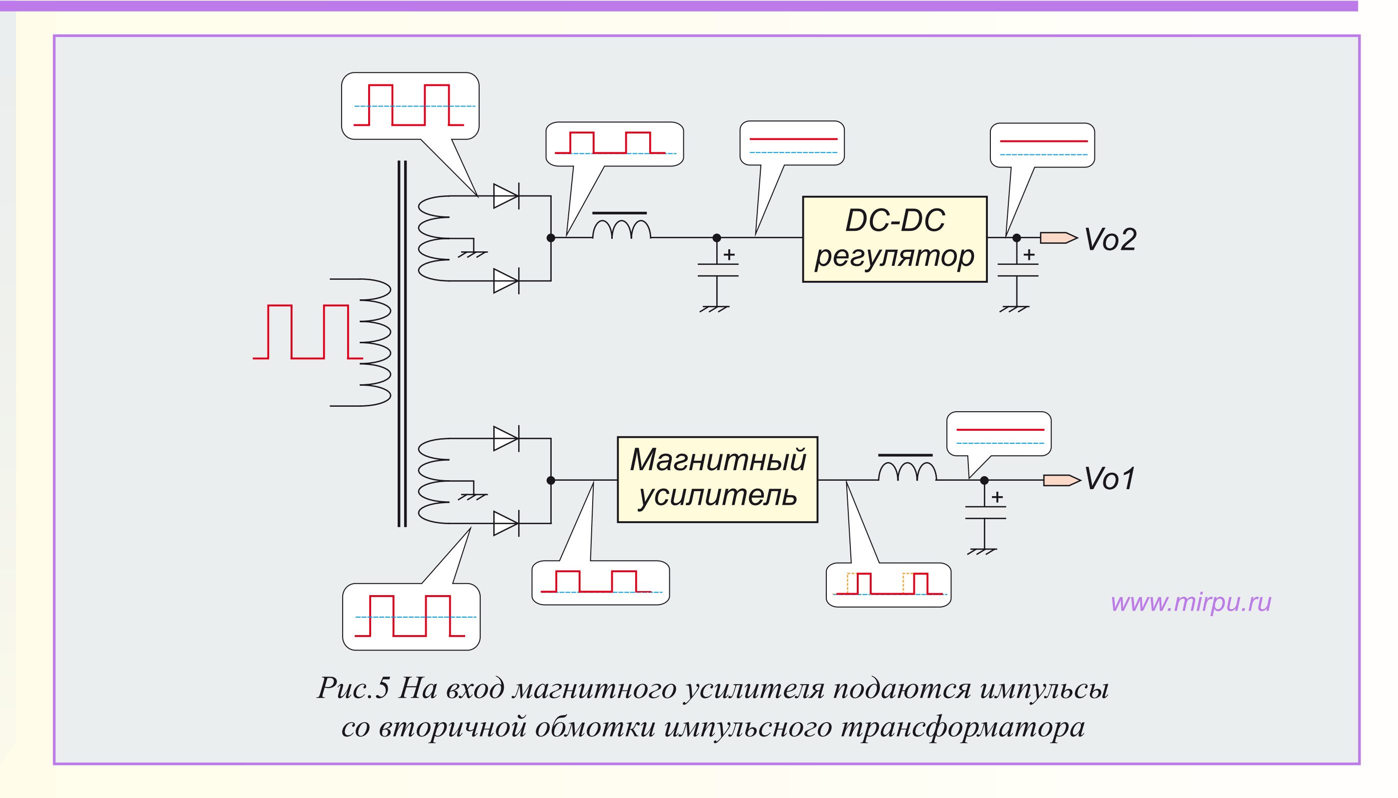


Рис.5 На вход магнитного усилителя подаются импульсы со вторичной обмотки импульсного трансформатора

явления.

1) Катушка магнитного усилителя представляет собой большое сопротивление протекающему через нее току в тот момент времени, когда она ненасыщенна. Это обусловлено ее большой индуктивностью, вызванной, в свою очередь, высоким значением магнитной проницаемости ее сердечника. В результате, через катушку протекает минимальный ток или ток вообще отсутствует, при достаточно высоком падении напряжения на катушке.

2) Однако, в момент насыщения катушки, ее магнитная проницаемость падает и становится равной магнитной проницаемости воздуха, в результате чего индуктивность катушки катастрофически уменьшается, и ее сопротивление протекающему току становится, практически, равным нулю. В результате, через катушку может протекать значительный ток, создавая при этом, практически, нулевое падение напряжения на катушке.

Таким образом, регулировка напряжения с помощью магнитного усилителя основана на быстром переходе катушки из состояния высокого сопротивления к состоянию полной проводимости (к состоянию нулевого сопро-тивления), т.е. катушка начинает работать, как истинный «идеальный ключ». Другими словами, мощный и дорогой транзистор со сложной схемой управления, заменяется катушкой с сердечником. И функцией этой «катушки – ключа» является регулировка ширины импульса в выходном канале.

Как известно, импульсный преобразователь генерирует прямоугольные импульсы определенной частоты. При необходимости (в момент отклонения

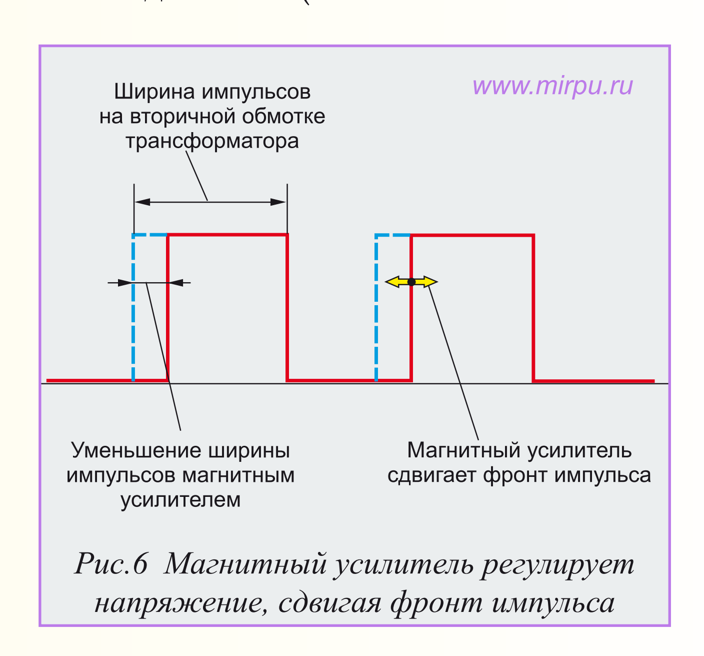


Рис.6 Магнитный усилитель регулирует напряжение, сдвигая фронт импульса

выходного напряжения от номинального значения) длительность этих импульсов изменяется, т.е. большинство современных преобразователей регулируют выходное напряжение методом, так называемой широтно-импульсной модуляции – ШИМ (**PWM** – Pulse Width Modulation).

Магнитный усилитель в отличие от обычных регуляторов напряжения, на своем входе имеет не постоянное напряжение, а прямоугольные импульсы, получаемые от вторичной обмотки импульсного трансформатора (рис.5). Магнитный усилитель, сам по себе, ничего не генерирует, но при этом позволяет при необходимости уменьшать длительность импульсов, сгенерированных основным импульсным преобразователем. Такая регулировка обеспечивается временной задержкой переднего фронта импульсов, наведенных на вторичной обмотке трансформатора (рис.6). Магнитный усилитель позволяет лишь уменьшать ширину «базовых» импульсов, поэтому с его помощью можно строить исключительно понижающие (Step Down) регуляторы напряжения.

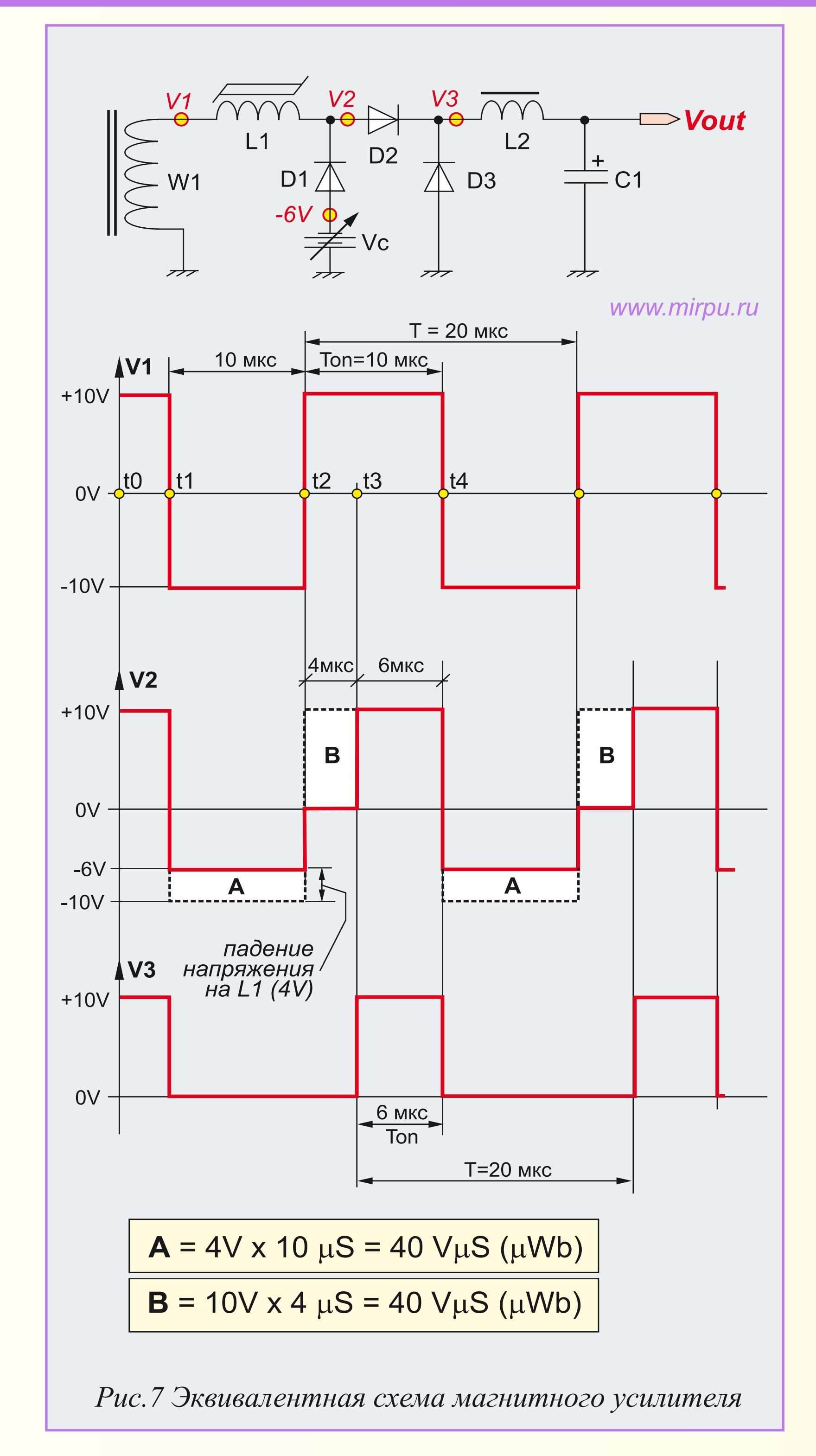


Рис.7 Эквивалентная схема магнитного усилителя

Так как магнитный усилитель относится к семейству импульсных понижающих преобразователей (Buck Regulator), на его выходе требуется наличие сглаживающего LC-фильтра, обеспечивающего формирование выходного постоянного тока (DC).

Эквивалентная упрощенная схема магнитного усилителя представлена на рис.7. На этом рисунке отмечены следующие основные элементы:

- **W1** – вторичная обмотка импульсного трансформатора, на которой наводятся прямоугольные импульсы. Для примера предположим, что размах этих импульсов составляет ±10В, период их следования

равен 20 мкс, а длительность импульса равна 10 мкс. Обмотка W1 является источником энергии для всей схемы;

- **L1** – катушка магнитного усилителя;

- **Vc** – эквивалентный источник то-ка с выходным напряжением 6В. Ис-точник включен таким образом, что к схеме прикладывается отрицательное напряжение -6В, т.е. его «+»-обкладка подключена к «земле». Данный источник формирует, так называемый, «сбросовый ток» (re-set current). Поэтому в литературе можно иногда встретить такое название схемы магнитного усилителя, как «схема сбросового тока». Источник является регулируемым, что позволяет регулировать величину сбросового тока, и, соответственно, выходное напряжение схемы. Не стоит этот источник воспринимать буквально (в виде, например, батарейки). Источник Vc является регулятором, берущим энергию, например, с обмотки W1;

- **D1** – диод для формирования сбросового тока;

- **D2** и **D3** – выпрямительные диоды;

- **L1** – дроссель сглаживающего выходного фильтра;

- **C1** – накопительный конденсатор сглаживающего выходного фильтра.

Рассмотрим пример работы схемы в установившемся режиме.

1) До момента времени t1, т.е. от момента t0 до момента t1, к катушке L1 приложено напряжение +10В (напряжение V1). Это приводит к протеканию тока через катушку L1 по цепи, показанной на рис.8. Этим током катушка вводится

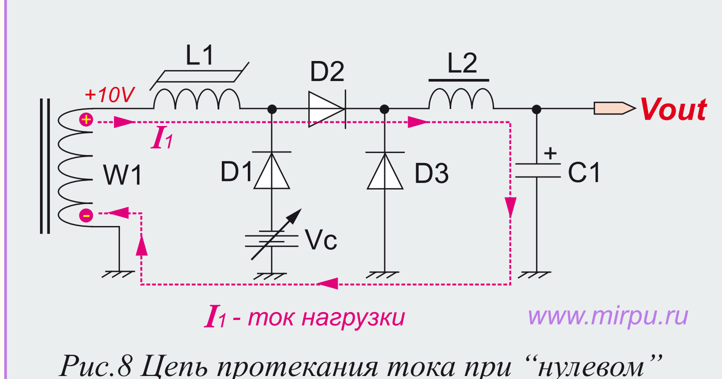


Рис.8 Цепь протекания тока при “нулевом” сопротивлении катушки магнитного усилителя

в состояние насыщения, в результате чего, катушка, практически, не оказывает сопротивления протекающему току. Этим током обеспечивается заряд конденсатора C1, а, кроме того, происходит накопление энергии на дросселе L2.

2) В момент времени t1 импульс на обмотке W1 меняет свою полярность, в результате чего, напряжение V1 (на левом конце катушки) становится равным -10В. Через катушку L1 должен начать протекать обратный ток. Этот обратный ток называют сбросовым током (reset current). Сбросовый ток создается источником Vc. Ток источника Vc поступает в схему через диод D1, и создает на правом конце катушки L1 напряжение величиной -6В (падением напряжения на диоде пренебрегаем). В результате, на катушке L1 создается падение напряжения -4В (разница между -10В и -6В). Цепь протекания сбросового тока представлена на рис.9. Этим сбросовым током катушка выводится из состояния

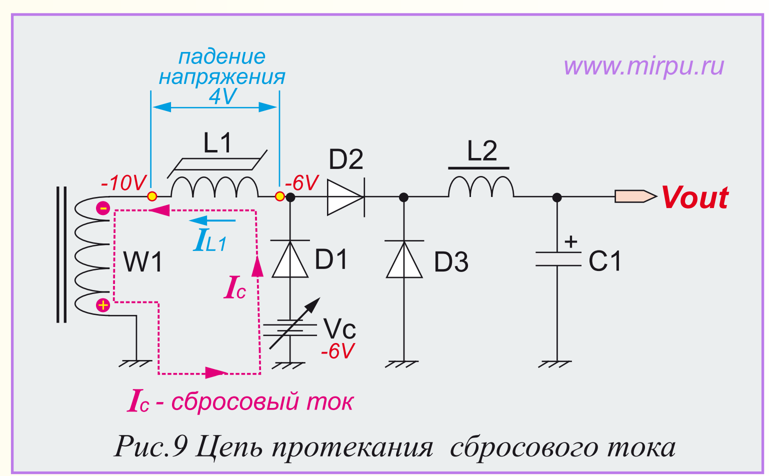


Рис.9 Цепь протекания сбросового тока

насыщения. Сбросовый ток протекает через катушку L1 в течение всего времени отрицательной части импульса, т.е. в течение 10 мкс. В результате, на катушке создается магнитный поток величиной (4В x 10 мкс), т.е. 40 мкВс (микро Вольт на секунду, что соответствует 40 мкВб). Графически этот магнитный поток на рис.7 представлен в виде площади, обозначенной [A].

3) В момент времени t2 импульс на обмотке W2 обратно меняет свою полярность на положительную, т.е. V1 опять становится равным +10В. Через катушку L1 должен начать протекать ток в таком же направлении, как это показано на рис.7. Однако катушка L1 ненасыщенна, и поэтому она препятствует протеканию тока. Чтобы вернуть катушку в состояние насыщения необходимо создать магнитный поток 40 мкВб, т.е. для насыщения катушки необходимо приложить такое же усилие, которое было предложено для выведения катушки из состояния насыщения. Так как теперь к катушке приложено напряжение 10В, то для получения 40 мкВб, необходимо время 4 мкс (10В x 4 мкс). Графически на рис.7 это представлено в виде площади, обозначенной [B]. В течение этих 4мкс ток через катушку L1 не протекает, т.к. ее индуктивность высока. Напряжение V2 в этот период времени (t2…t3) равно нулю. Получается, что фронт импульса сдвигается от своего «исходного» состояния на 4 мкс.

4) В момент времени t3 катушка L1 насыщается. Сопротивление катушки практически мгновенно падает до нуля, и она переходит в состояние проводимости. В результате напряжение V2 становится равным 10В, и в цепи начинает протекать ток, заряжающий конденсатор C1.

5) В результате, получаются импульсы длительностью 6 мкс и с периодом 20 мкс. Используя известную зависимость, нетрудно подсчитать, что при выпрямлении этих импульсов будет получено постоянное напряжение +3В (формула 1).

$$Vout = Vin \times \frac{Ton}{T} = 10V \times \frac{6\ \mu S}{20\ \mu S} = 3VDC \quad (1)$$

6) Если же магнитный усилитель не использовать, то по той же самой формуле нетрудно определить, что выпрямление импульсов, наведенных на обмотке W1 (напряжение V1) позволит получить постоянное напряжение +5В (формула 2).

$$Vout = Vin \times \frac{Ton}{T} = 10V \times \frac{10\ \mu S}{20\ \mu S} = 5VDC \quad (2)$$

Вот такая нехитрая схема позволяет понизить выходное напряжение в канале с нагрузкой до 20…30 Ампер. Свое название, «магнитный усилитель», схема получила потому, что изменением малого по величине управляющего (сбросового) тока можно регулировать значительные выходные токи.

Небольшое значение сбросового тока обусловлено тем, что нагрузкой источника Vc является только катушка L1. Энергопотребление от источника Vc определяется только материалом сердечника дросселя и количеством витков обмотки L1. Поэтому мощность источника Vc может быть весьма малой, вне зависимости от того, какой ток требуется отдавать регулятору в нагрузку.

Крайне важно отметить, что в реальных

Единицей измерения магнитного потока принято считать Вебер (Вб) (международное Wb), названной так в честь немецкого физика Вильгельма Вебера. 1 Вб=1В x 1с. Вебер можно определить, как магнитный поток, равномерное изменение которого до нуля за промежуток времени 1 сек вызывает в пронизываемом им замкнутом контуре ЭДС, равную 1В. В Международной системе единиц (СИ) вебер определяется как магнитный поток, создаваемый однородным магнитным полем с индукцией 1 тесла через площадку в 1м^2, нормальную к направлению поля.

схемах, напряжение Vc, определяющее длительность импульсов, а, следовательно, и выходное напряжение, не фиксировано. Оно изменяется пропорционально величине выходного напряжения. Это позволяет поддерживать стабильность выходного напряжения при изменении нагрузки. Таким образом, стабилизация выходного напряжения осуществляется изменением величины отрицательной части импульса V2, что ведет к пропорциональному сдвигу фронта положительной части импульсов V2 (рис.10).

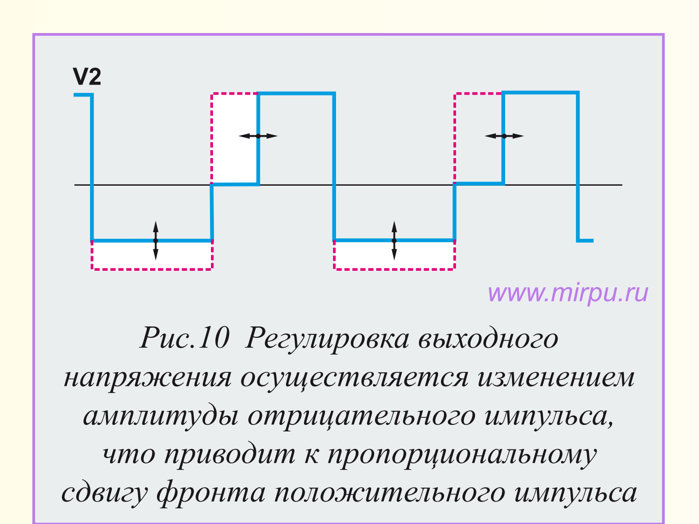


Рис.10 Регулировка выходного напряжения осуществляется изменением амплитуды отрицательного импульса, что приводит к пропорциональному сдвигу фронта положительного импульса

В итоге, мы получаем стабилизатор напряжения с высоким КПД, не тре-бующий принудительного охлажде-ния, легко работающий в паре с основным стабилизатором и занимающий весьма мало места. Дроссель L1 сравнительно невелик, не говоря уже об остальных элементах схемы.

Итак, мы рассмотрели общие теоретические вопросы функционирования магнитного усилителя. Теперь же попытаемся «привязать» все это к практической реализации в системных источниках питания.

Во-первых, следует обратить внимание на то, что в качестве источника энергии для формирования сбросового тока, используется, как правило, выходное напряжение того канала, в котором устанавливается регулятор на основе магнитного усилителя (а это, как говорилось в начале статьи, канал +3.3В). Таким образом, максимальная величина напряжения источника Vc соответствует величине регулируемого напряжения, т.е. 3.3В.

Во-вторых, регулировка величины сбросового тока осуществляется транзистором, который управляется стабилизатором типа TL431. В свою очередь, на управляющий вход TL431 подается напряжение обратной связи с регулируемого канала. Этот сигнал обратной связи обозначается, чаще всего, как 3.3V_SEN. Этому сигналу на основном разъеме блока питания соответствует коричневый провод. Общий принцип построения практического регулятора на основе магнитного усилителя представлен на рис. 11.

В современных блоках питания часто используются схемы двухполупериодных

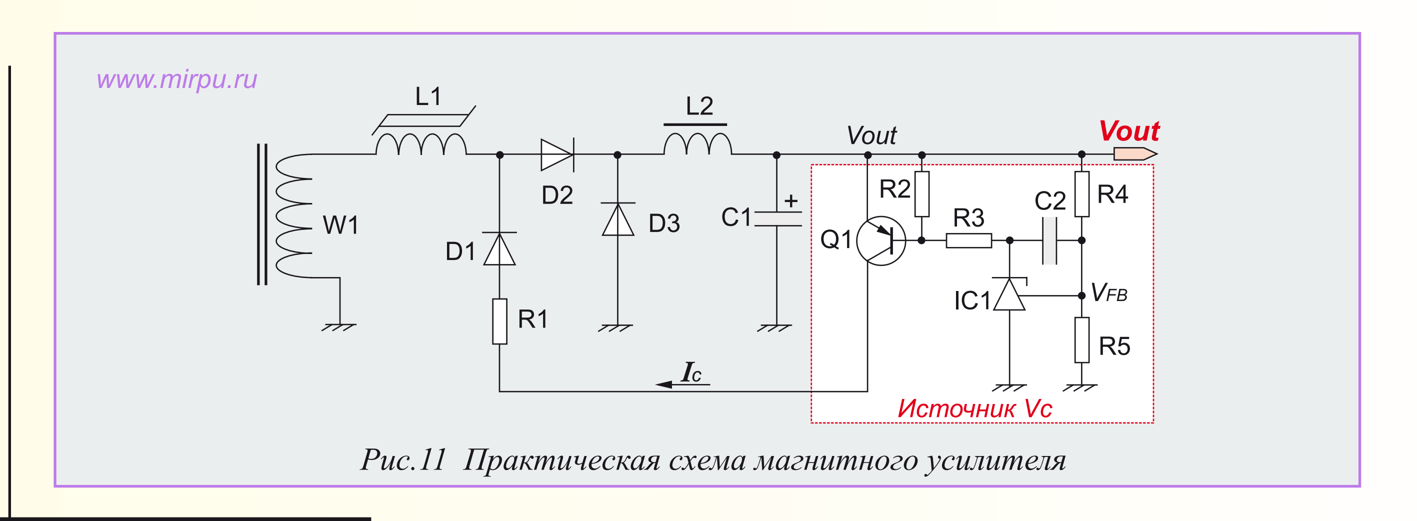


Рис.11 Практическая схема магнитного усилителя

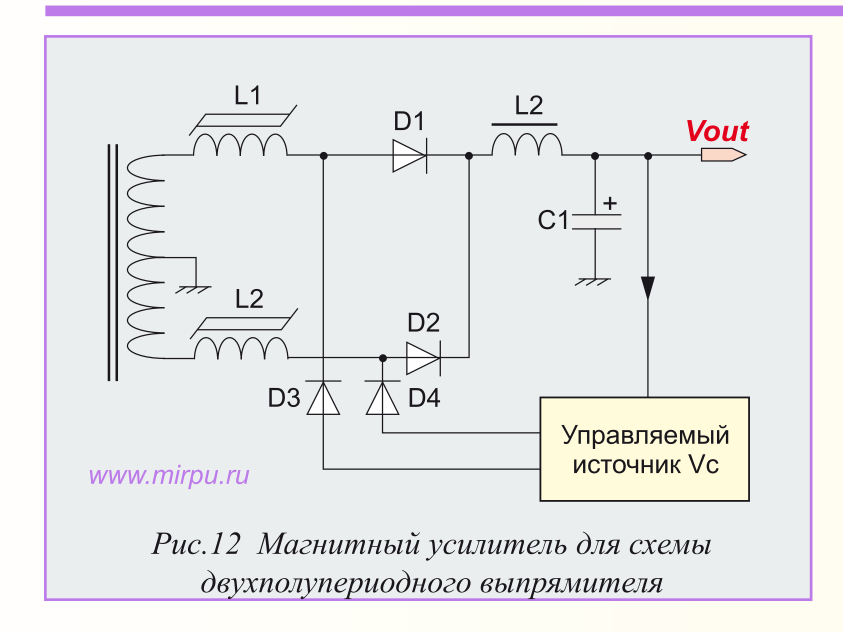


Рис.12 Магнитный усилитель для схемы двухполупериодного выпрямителя

вторичных выпрямителей. В этом случае схема магнитного усилителя несколько преображается – в ней появляются две катушки магнитного усилителя (рис.12).

Ну, и в заключение, приведем пример реального источника питания, в котором для стабилизации канала +3.3В используется магнитный усилитель. В качестве такого примера возьмем часть принципиальной схемы блока питания **FSP 145-60SP** (рис.13). Несмотря на небольшую мощность этого источника питания, построение его канала +3.3В можно считать классическим, и точно такое же решение используется практически во всех современных блоках питания большой мощности. Силовой каскад данного блока питания выполнен по традиционной полумостовой схеме, а это значит, что его вторичные выпрямители выполнены по двухполупериодной схеме.

Как видно из представленной схемы, напряжения +5В и +3.3В формируются за счет импульсов, наводимых на одной вторичной обмотке мощного импульсного трансформатора T1. Для получения +5В эти импульсы выпрямляются диодной сборкой BD3 и далее сглаживаются фильтрами. Но эти же импульсы поступают и на регулятор напряжения +3.3В. Катушка магнитного усилителя в данной схеме – это L3. Несмотря на то, что схема выпрямления является двухполупериодной, разработчики блоков питания часто используют только одну катушку магнитного усилителя, обеспечивая регулировку выходного напряжения за счет изменения ширины импульсов только одной «полуволны». Источник сбросового тока образован

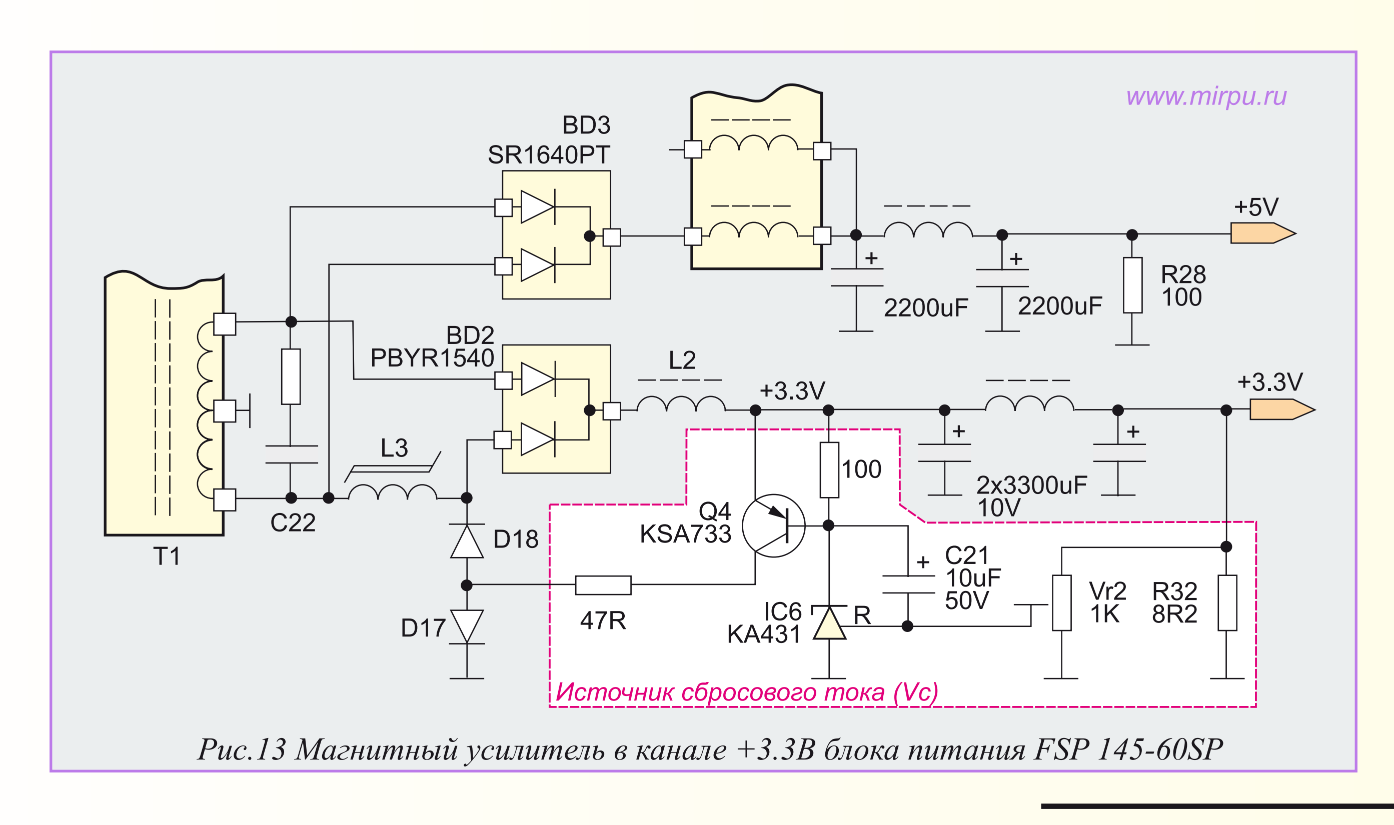


Рис.13 Магнитный усилитель в канале +3.3В блока питания FSP 145-60SP

транзистором Q4 и микросхемой регулятора - IC6. Величина сбросового тока определяется рабочей точкой транзистора Q4, т.е. величиной тока его базы. В свою очередь, ток базы Q4 задается регулятором IC6, на управляющий вход (R) которого через VR2 подается напряжение обратной связи, снимаемое с выхода канала +3.3В.

На этом мы и закончим обзор схемы магнитного усилителя. Но в следующем номере нашего журнала мы продолжим этот разговор, и обсудим особенности катушки магнитного усилителя.

Микросхемы EEPROM для современных LCD-мониторов Samsung

Сегодня невозможно представить какое-либо электронное устройство, в котором не использовалась бы электрически перепрограммируемая энергонезависимая память. Подобная память используется для самых различных целей, перечислять которые даже не имеет смысла. В практической деятельности каждого сервисного специалиста можно назвать целый ряд ситуаций, приводящих к необходимости работы с этой памятью. Каждому человеку, связанному с электроникой, не надо объяснять, что такое шина I²C и чем являются микросхемы, на корпус которых нанесена маркировка типа 24C02, 24C08 и т.п. Тем не менее, даже для достаточно опытных специалистов, может оказываться неожиданностью маркировка типа A21SC или A81SC, встречающаяся на 8-контактных микросхемах, в изделиях, выпускаемой компанией Samsung.

Корпорацией Samsung выпускается огромное количество полупроводниковых электронных компонентов. Ею выпускаются не только специализированные электронные компоненты, не имеющие аналогов и рассчитанные на применение в изделиях Samsung, но и элементная база массового применения, выпускаемая десятком других производителей полупроводниковых компонентов. Но при выпуске стандартных микросхем Samsung зачастую игнорирует принятые во всем мире правила обозначения тех или иных типов микросхем. Что ж, у богатых свои причуды…

Именно такую ситуацию мы наблюдаем с микросхемами EEPROM с последовательным интерфейсом I²C. В то время, как подавляющее большинство производителей этих микросхем использует общепринятое обозначение в виде 24xxx (так называемые, микросхемы 24-ой серии), в Samsung решили разработать собственную систему маркировки данных микросхем, что вносит некоторую сумятицу в стройную систему обозначения микросхем EEPROM, и вызывает вопросы у сервисных специалистов.

Микросхемы, ставшие темой настоящего обзора, относятся к семейству S524A, выпускаемому Samsung для шины I2C. Серия S524A включает в себя целый ряд различных микросхем с различной емкостью, разными типами корпусов и разным набором функций защиты от записи. Микросхемы семейства S524A

имеют емкость от 1 до 256 Кбит, но при этом их внутренняя организация стандартно является 8-разрядной. Другим словами, емкость микросхем находится в диапазоне от 128 байт до 32 Кбайт.

Все микросхемы этого семейства работоспособны при питающем напряжении от 1.8 до 5.5 Вольт. Микросхемы выпускаются в 8-контактных корпусах типа DIP, SOP, TSSOP. Разновидности

Таблица 1. Основные параметры микросхем семейства S524

Тип микросхемы	Емкость (организация)	Размер страницы буфера	Тип защиты от записи	Количество циклов чтения/записи
S524A40X11	1 Кбит (128 x 8)	16 байт	H/W	1 миллион
S524A40X10	1 Кбит (128 x 8)	16 байт	H/W, S/W	1 миллион
S524A40X21	2 Кбит (256 x 8)	16 байт	H/W	1 миллион
S524A40X20	2 Кбит (256 x 8)	16 байт	H/W, S/W	1 миллион
S524A40X41	4 Кбит (512 x 8)	16 байт	H/W	1 миллион
S524A40X40	4 Кбит (512 x 8)	16 байт	H/W, S/W	1 миллион
S524A40X81	8 Кбит (1024 x 8)	16 байт	H/W	1 миллион
S524A40X51	16 Кбит (2048 x 8)	16 байт	H/W	1 миллион
S524A40X91	32 Кбит (4096 x 8)	32 байта	H/W	1 миллион
S524A40XB1	64 Кбит (8192 x 8)	32 байта	H/W	1 миллион
S524A40XD1	128 Кбит (16384 x 8)	64 байта	H/W	500 тысяч
S524A40XF1	256 Кбит (32768 x 8)	64 байта	H/W	500 тысяч

S 5 24 A D0X 2 0 - D C T 0

1 2 3 4 5 6 7 8 9

(1) Тип серии

24 = интерейс I2C

(2) Рабочее напряжение

C = 2.5V - 5.5V
L = 2.0V - 5.5V
A = 1.8V - 5.5V

(3) Внутрифирменный код Samsung

(4) Объем памяти

1 = 1 Кбит
2 = 2 Кбит
4 = 4 Кбит
8 = 8 Кбит
5 = 16 Кбит
9 = 32 Кбит
B = 64 Кбит
D = 128 Кбит
F = 256 Кбит
H = 512 Кбит

(5) Тип защиты от записи

0 = аппаратная и программная
1 = только аппаратная защита

(6) Тип корпуса

D = DIP
R = TSSOP
S = SOP

(7) Температурный диапазон

C = -25...+70°C
I = -40...+85°C

(8) Тип упаковки

B = туба
T = лента в рулоне

(9) Тип заказчика

0 = нет

www.mirpu.ru

Рис.1 Маркировка микросхем Samsung семейства S524

микросхем семейства S524A представлены в табл.1. Надеемся, что вся информация, приведенная в данной таблице, понятна нашему читателю, однако дадим некоторые пояснение по типу защиты от записи.

Для некоторых типов микросхем EEPROM может использоваться два типа защиты от записи:
- аппаратная защита (Hardware Protect – H/W);
- программная защита (Software Protect – S/W).

Аппаратная защита позволяет обеспечить полную защиту от записи всего объема памяти – это и является важнейшей особенностью данного метода защиты. Аппаратная защита управляется состоянием сигнала WP (Write Protect) на конт.7 микросхемы. Установка на этом контакте сигнала высокого уровня (подача на него питающего напряжения микросхемы - VCC) приводит к полному запрету операции записи в микросхему. Установка же на контакте WP низкого уровня (соединение этого контакта с «землей») приводит к разрешению функции записи. Следует отметить, что внутри микросхемы этот контакт «смещен на землю» с помощью внутреннего резистора, т.е. микросхема изначально (по умолчанию) разрешена для записи.

Программная защита позволяет защитить от записи младшие 128 байт памяти (с адресами от 00h до 7Fh). Программная защита является однократной и постоянной, т.е. после ее активации, отменить защиту невозможно. Программная защита EEPROM активируется простой записью в специальный внутренний регистр (с двоичным адресом [0110]) любого значения. Другими словами, программная защита активируется самим фактом записи в этот регистр, а не тем, что туда записывается. Регистр программной защиты является регистром типа «только запись», т.е. узнать его содержимое невозможно.

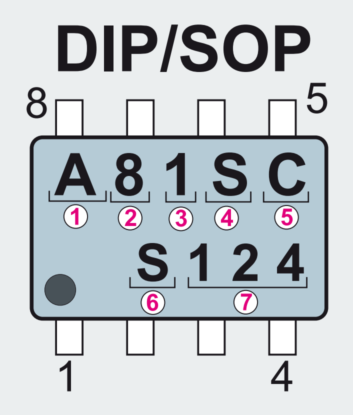
Теперь вернемся к таблице 1. В ней представлена полная маркировка микросхем семейства S524. Как же из этого длинного набора цифр и букв извлечь полезную информацию? Оказывается , это не сложно. Всю маркировку можно разбить на девять групп символов (рис.1), каждая из которых обозначает тот или иной параметр микросхемы. Значение каждой группы символов также указывается на рис.1.

Теперь перейдем в практическую плоскость вопроса маркировки микросхем семейства S524. Микросхемы этого семейства достаточно компактны и разместить на их корпусе полностью всю, представленную выше маркировку, не представляется возможным. Поэтому в компании Samsung прибегают к короткой маркировке, состоящей, в основном, из пяти цифр и букв, которые дают полное представление о параметрах микросхемы. Кроме этих пяти символов, как это положено при маркировке микросхем, указывается еще дата производства и некоторые другие специфические данные производителя. Эта дополнительная информация, традиционно, представлена в виде дополнительной строки символов. В зависимости от типа корпуса, эта дополнительная информация указывается либо в нижней строке маркировки (корпуса типа DIP и SOP), либо в верхней строке (корпус типа TSSOP). Эта короткая маркировка микросхем семейства S524 представлена на рис.2.

Таблица 2. Соответствие микросхем семейств S524 и 24xxx

Микросхема семейства S524	Аналог серии 24xxx
A11SC	24x01
A21SC	24x02
A41SC	24x04
A81SC	24x08
A51SC	24x16





TSSOP

www.mirpu.ru

1 8 4 5

S 1 2 4

6 7

A 8 1 S C

1 2 3 4 5

(1) Рабочее наряжение

C = 2.5V - 5.5V
L = 2.0V - 5.5V
A = 1.8V - 5.5V

(2) Объем памяти

1 = 1 Кбит
2 = 2 Кбит
4 = 4 Кбит
8 = 8 Кбит
5 = 16 Кбит
9 = 32 Кбит
B = 64 Кбит
D = 128 Кбит
F = 256 Кбит
H = 512 Кбит

(3) Тип защиты от записи

0 = аппаратная и программная
1 = только аппаратная защита

(4) Тип корпуса

D = DIP
R = TSSOP
S = SOP

(5) Температурный диапазон

C = -25...+70°C
I = -40...+85°C

(6) Неделя производства

(7) Сборочная площадка

Рис.2 “Короткая” маркировка микросхем Samsung семейства S524

Как показывает практика, микросхемы Samsung семейства S524 достаточно сложно приобрести в розничной продаже электронных компонентов, особенно в провинциальных городах. Этот факт способен усложнить жизнь специалистов сервиса. Кроме того, приходится сталкиваться еще и с некоторыми проблемами при программировании микросхем семейства S524. Дело в том, что очень многими программаторами эти микросхемы, как бы, не поддерживаются, т.е. их нет в списке микросхем, с которыми может работать соответствующий программатор.

На самом же деле, все эти сложности не являются серьезной проблемой, т.к. микросхемам семейства S524 можно подобрать прямой аналог в распространенной серии 24xxx. Причем, соответствие будет полным. В табл.2 мы отразили наиболее часто применяемые в периферийных устройствах микросхемы семейства S524 и соответствующие им полные аналогии из 24-ой серии.

Контроллер задней подсветки LCD-дисплеев FAN7314. Архитектура, функционирование и диагностика.

Продолжаем рассказывать о микросхемах контроллеров, управляющих лампами CCFL в блоке задней подсветки LCD-мониторов. Сегодня в поле нашего зрения попала микросхема FAN7314, которая получила достаточно широкое применение в инверторах задней подсветки.

Микросхема FAN7314 является полнофункциональным контроллером, предназначенным для управления преобразователем (инвертором), который построен по схеме последовательного резонансного контура. Управление напряжением на лампах обеспечивается методом широтно-импульсной модуляции (ШИМ), при этом частота генерации задается внешними элементами, и может находиться в диапазоне от 30 кГц до 250 кГц, в зависимости от характеристик ламп CCFL и параметров импульсного трансформатора.



Рис.1 Цоколевка контроллера FAN7314

К основным особенностям микросхемы можно отнести следующие ее возможности:

- дает возможность построения одноступенчатого преобразователя с высоким КПД;
- имеет широкий диапазон питающих напряжений (от 6В до 25.5В);
- позволяет обойтись минимальным количеством внешних элементов для построения полноценного инвертора;
- имеет встроенный прецизионный формирователь опорных напряжений с точностью до 2%;
- поддерживает полумостовую топологию ZVS (переключение при нулевом напряжении);
- обеспечивает функцию «мягкого старта» (Soft-Start);
- поддерживает ШИМ-управление на фиксированной частоте;
- поддерживает регулировку яркости аналоговым методом или импульсным методом Burst-Dimming;
- позволяет программировать частоту генерации во время процесса «поджига» ламп;
- обеспечивает защиту от обрыва ламп;
- обеспечивает регулировку при обрыве ламп;

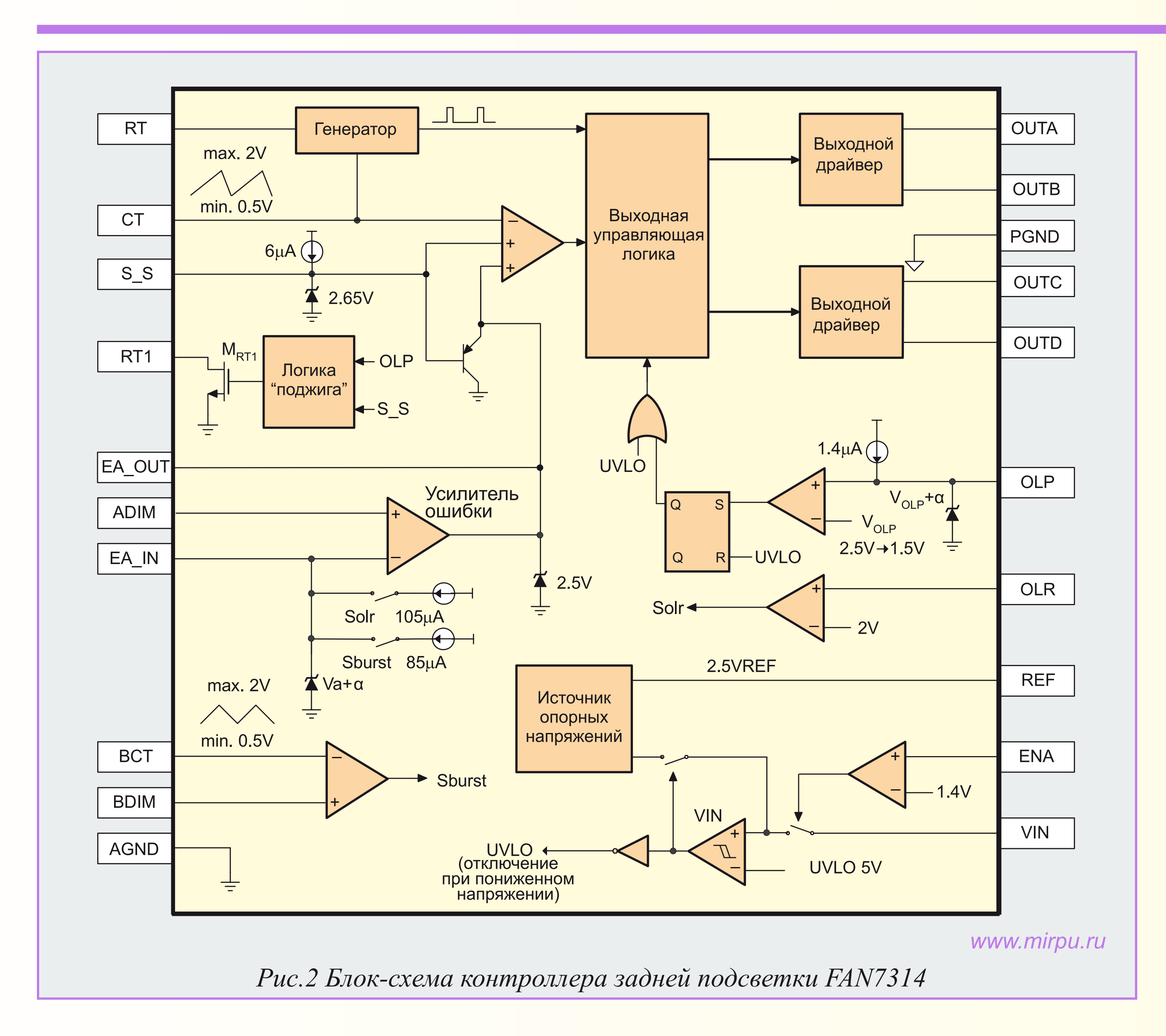


Рис.2 Блок-схема контроллера задней подсветки FAN7314

- обеспечивает термическую защиту.

Микросхема FAN7314 выпускается в 20-контактном корпусе типа SOIC (рис.1). На рис.2 представлена ее внутренняя блок-схема. Назначение контактов FAN7314 приводится в табл.1. Мы не будем детально и подробно описывать работу микросхемы, т.к. объем информации, представленной в табл.1, мы считаем, достаточным для общего понимания основ функционирования контроллера. А для всех интересующихся деталями и подробностями, можно рекомендовать обращение к первоисточнику – Data Sheet'у на микросхему.

Таблица 1. Описание контактов контроллера FAN7314

№	Обознач.	Функция
1	**OLP**	Вход защиты от обрыва ламп (Open Lamp Protection). Микросхема блокируется, если напряжение на этом контакте достигает значения 2.5В.
2	**OLR**	Вход регулировки при обрыве ламп (Open Lamp Regulation). Функция регулировки представляет собой промежуточное состояние перед тем, как сработает защита от обрыва ламп. Если напряжение на этом контакте становится выше 2.0 В, микросхема начинает осуществлять регулировку напряжения на лампах с целью его ограничения. А в это время, конденсатор подключенный к контакту OLP начинает заряжаться внутренним источником тока 1.4 мкА. Когда напряжение на этом конденсаторе достигнет 2.5В, микросхема заблокируется.

Продолжение таблицы 1. Описание контактов контроллера FAN7314

№	Обознач.	Функция
3	**ENA**	Вход разрешения работы микросхемы. Подача на этот контакт напряжения более 2 В приводит к запуску микросхемы. Если же напряжение контакта становится мене 0.7 В, то микросхема выключается, и работа инвертора прекращается.
4	**SS**	Мягкий старт (Soft Start). Этот контакт должен быть подключен к «земле» через конденсатор. Емкость этого конденсатора определяет длительность периода мягкого старта, в течение которого длительность выходных импульсов микросхемы плавно нарастает (что позволяет обеспечить плавное нарастание и напряжения на лампах). Внешний конденсатор мягкого старта заряжается внутренним источником тока 6 мкА. Мягкий старт длится до тех пор, пока напряжение на данном контакте не достигнет величины 2.65 В.
5	**GND**	Общий («земля»).
6	**REF**	Выход опорного напряжения. Контакт является выходом внутреннего прецизионного источника опорного напряжения. На контакте после запуска микросхемы устанавливается напряжение 2.5 В.
7	**ADIM**	Вход аналоговой регулировки яркости ламп. На этот контакт должно подаваться напряжение постоянного тока, величина которого определяет яркость ламп.
8	**BDIM**	Вход импульсной регулировки яркости Burst Dimming. На это контакт подается аналоговое напряжение, которое будет изменять длительность прерывающихся «пачек» высокочастотных импульсов на выходах микросхемы, что, в итоге, будет определять яркость ламп.
9	**EA IN**	Вход сигнала обратной связи. На этот контакт подается напряжение, снимаемое с резистора обратной связи, который измеряет величину тока ламп. Изменение напряжения на этом входе приводит к обратно-пропорциональному изменению длительности выходных импульсов микросхемы, а, соответственно, и к обратно-пропорциональному изменению яркости ламп. Контакт является входом внутреннего усилителя ошибки.
10	**EA OUT**	Выход внутреннего усилителя ошибки. На этом контакте формируется напряжение, пропорциональное входному сигналу обратной связи на контакте EA_IN. Однако этот вывод редко используется в практических схемах. Вывод чаще всего используется для задания частотной характеристики обратной связи (между выводом и «землей» включается конденсатор). Контакт, в принципе, может быть использован и для других различных целей (блокировок, дополнительных регулировок яркости, и т.п.).
11	**BCT**	Контакт, к которому подключается частотозадающий конденсатор блока импульсной регулировки яркости Burst Dimming. Емкость конденсатора определяет длительность периода импульсной регулировки яркости, т.е. задает период следования «пачек высокочастотных импульсов» на выходах микросхемы. На контакте BCT формируется пилообразное напряжение низкой частоты (несколько сотен Гц). Для устранения видимых мерцаний задней подсветки на данном контакте необходимо задавать частоту не ниже 120 Гц. Заряд конденсатора, подключенного к контакту BCT, осуществляется внутренним источником тока, который программируется резистором, подключенным к контакту RT. Таким образом, частота импульсов Burst Dimming настраивается подбором емкости на контакте BCT и подбором резистора на контакте RT.
12	**RT**	Контакт для подключения частотозадающего резистора внутреннего генератора. Резистор, подключенный к этому контакту, определяет частоту сразу двух генераторов: основного генератора и генератора Burst Dimming.
13	**CT**	Контакт для подключения частотозадающего конденсатора основного генератора. На данном контакте формируется пилообразное напряжение частотой несколько десятков кГц.

Продолжение таблицы 1. Описание контактов контроллера FAN7314

№	Обознач.	Функция
14	**OUTD**	Выходы, на которых формируются высокочастотные импульсы, управляющие внешними полевыми транзисторами. OUTC и OUTD образуют пару, предназначенную для управления одним полумостом. Внутренний выходной каскад микросхем построен таким образом, что выходы OUTA, OUTB, OUTC и OUTD никогда не включаются одновременно.
15	**OUTC**	
16	**PGND**	Силовая «земля» (общий для цепи питания).
17	**VIN**	Вход питающего напряжения. Микросхема включается, если напряжение на этом контакте достигает величины 5В.
18	**OUTA**	Выходы, на которых формируются высокочастотные импульсы, управляющие внешними полевыми транзисторами. OUTA и OUTB образуют пару, предназначенную для управления вторым полумостом. Внутренний выходной каскад микросхем построен таким образом, что выходы OUTA, OUTB, OUTC и OUTD никогда не включаются одновременно.
19	**OUTB**	
20	**RT1**	Контакт для подключения внешнего резистора, задающего частоту генерации ламп во время «поджига». Резистор, подключенный к этому контакту включается параллельно резистору на контакте RT только лишь на время поджига. Это приводит к снижению эквивалентного сопротивления, и, к следствие, к увеличению частоты на лампах. Через некоторое время после запуска микросхемы, внутренний транзистор закрывается, и изолирует резистор RT1 от «земли», в результате чего, далее частоту ламп определяет только лишь резистор RT. Таким образом, эквивалентное сопротивление увеличивается, что приводит к снижению частоты на лампах.

Мы также не станем приводить схему типового включения микросхемы – все это также можно с успехом найти в описании микросхемы. В качестве же примера, иллюстрирующего практическое применение FAN7314, мы предлагаем обратиться к следующей публикации данного номера журнала, в которой представлена принципиальная схема платы инвертора монитора Samsung SyncMaster 943N.

Сейчас же, мы переходим к обсуждению вопросов диагностики контроллера FAN7314. Хотя отказ микросхемы и нельзя считать распространенной проблемой инверторов, иногда, все-таки, возникает необходимость убедиться в ее исправности. Предлагаемая ниже методика является очень простой, и не требует выпаивания микросхемы. Методика будет интересна всем специалистам, предпочитающим «семь раз отмерить и один раз отрезать», а также будет единственно-возможным вариантом получения информации при отсутствии «доноров» и запасных микросхем.

Диагностика FAN7314

Для диагностики микросхемы нам понадобится следующее оборудование:
- лабораторный источник питания постоянного тока;
- вольтметр;
- осциллограф (можно, конечно, обойтись и без него – общую работоспособность микросхемы можно будет оценить и по показаниям тестера, но мы считаем это непрофессиональным подходом).

Проверка контроллера FAN7314 осуществляется так же, как и большинства других ШИМ-контроллеров. Основная идея диагностики заключается в том, чтобы подать на соответствующий контакт микросхемы питающее напряжение, приводящее к ее запуску. После этого проводится проверка работы источников опорных напряжений, генераторов тактовой частоты, выходных ключей и т.п. И именно поэтому так важно знать внутреннюю архитектуру контроллера и назначение его контактов.

Подобную диагностику очень удобно проводить при условии, что проверяемая микросхема не выпаивается, т.е. проверка проводится непосредственно в схеме. При этом все необходимые внешние элементы (конденсаторы и резисторы) присутствуют и имеют соответствующие номиналы. Вероятность того, что микросхема не будет работать из-за неисправности внешних элементов, конечно же, существует, но статистика отказов электроники такова, что данная вероятность ничтожна, и ею можно спокойно пренебречь (но «держать в уме» возможность отказа внешних элементов, опытный специалист, все-таки, должен).

Итак, приступаем к пошаговой диагностике FAN7314.

Шаг 1

От лабораторного источника питания подаем напряжение величиной +12В на **конт.17** (VIN). При этом ничего значительного не происходит, так как подачи только лишь питающего напряжения не достаточно для нормального запуска контроллера. В этот момент времени можно оценить величину потребляемого микросхемой тока. Величина входного тока не должна быть сколько-нибудь значимой (в описании микросхемы указано значение стартового тока не более 180 мкА). Большое значение входного тока на этом этапе диагностики однозначно будет указывать на неисправность микросхемы, и это, естественно, будет сопровождаться достаточно значительным разогревом корпуса микросхемы. Также можно отметить, что выходы микросхемы устанавливаются в неактивное состояние, которому соответствует следующая комбинация уровней:

- на **конт.19** (OUTB) – 0В;
- на **конт.18** (OUTA) – напряжение, равное VIN (т.е. +12В);
- на **конт.14** (OUTD) – 0В;
- на **конт.15** (OUTC) – напряжение, равное VIN (т.е. +12В);

Шаг 2

От второго лабораторного источника подаем напряжение величиной около +5В на **конт.3** (ENA). Именно в этот момент времени микросхема и должна будет нормально запуститься. Штатный запуск контроллера FAN7314 можно определить по следующим признакам:

- на **конт.6** (REF) появляется опорное напряжение постоянного тока величиной 2.5В;
- на **конт.13** (CT) появляется высокочастотное пилообразное напряже-

ние, амплитудой около 2 В (при проверке тестером на этом контакте измеряется напряжение около 1.25 В, т.е. действующее значение пилообразного напряжение равно именно 1.25 В).
- на **конт.12** (RT) устанавливается постоянное напряжение около 1.25В;
- на **конт.4** (SS) устанавливается постоянное напряжение, величиной около 2.65В;
- на **конт.1** (OLP) напряжение начинает плавно нарастать, и в итоге достигает величины 3.6В;
-на **конт.11** (BCT) появляется низкочастотное пилообразное напряжение, амплитудой примерно 2В (действующее значение, измеряемое тестером, равно примерно 1.25 В);
- на **конт.10** (EAOUT) устанавливается постоянное напряжение, величиной около 2.36В которое удерживается на этом уровне в течение всего времени, пока активен сигнал ENA;
- на выходных контактах (OUTA, OUTB, OUTC, OUTD) в момент активизации сигнала ENA появляются импульсы, которые достаточно скоро пропадают (пропадание импульсов – это нормальная реакция контроллера на отсутствие тока ламп).

Комбинированная плата блока питания и инвертора задней подсветки монитора Samsung SyncMaster 943N

Источники питания и инверторы задней подсветки – это то, что вызывает повышенный интерес у специалистов по ремонту LCD-мониторов. И это вполне объяснимо, ведь данные модули дают наибольший процент отказов. Схемотехника этих модулей не является слишком уж сложной – опытный специалист вполне может разобраться в ней и без принципиальной схемы, а уж при наличии описания на элементную базу и подавно. Тем не менее, принципиальная схема на ремонтируемый узел еще никому и никогда не мешала. Таким образом, схема на блок питания и инвертор является самой ценной частью сервисных руководств. Но многие производители, и среди них Samsung, в своих руководствах по диагностике и ремонту мониторов крайне редко приводят эту, наиболее востребованную информацию, что в значительной степени затрудняет жизнь неавторизованных сервисов. Надеемся, что представленный здесь результат изучения инвертора монитора Samsung SyncMaster 943N, поможет вам в вашей работе.

Как и в большинстве современных мониторов, в Samsung SyncMaster 943N принята концепция, согласно которой в мониторе имеется две печатные платы: плата скалера/микропроцессора и комбинированная плата источников питания, на которой размещен источник питания монитора (Power Supply) и инвертор задней подсветки (Back Light Inverter).

В данном обзоре мы рассматриваем такую, достаточно известную, комбинированную плату инвертора и блока питания для мониторов семейства SyncMaster 943N,

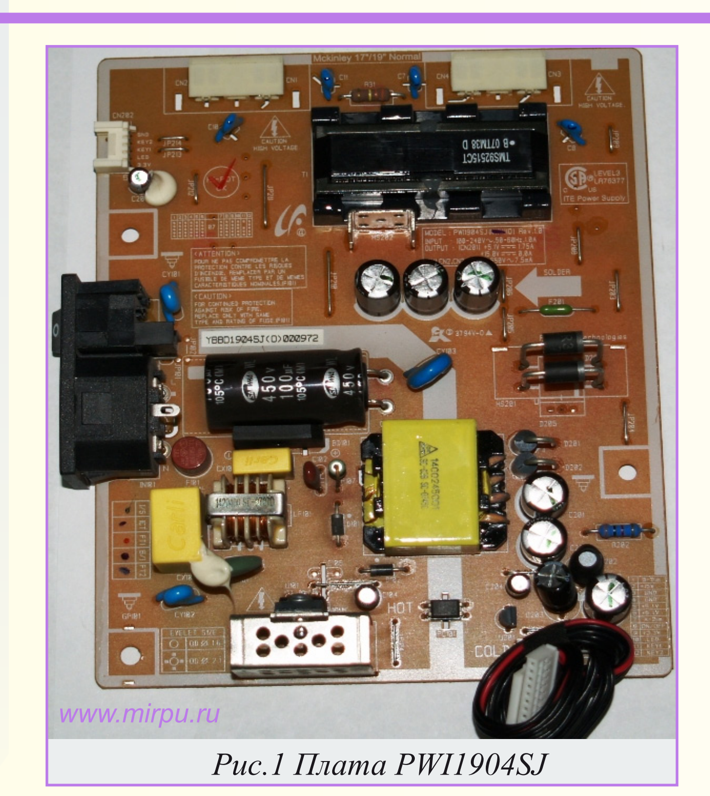


Рис.1 Плата PWI1904SJ

как PWI1904SJ (M) (рис.1), хотя мониторы этой модели могут оснащаться и другими типами комбинированной платы. Плата PWI1904SJ (она еще получила название McKinley 17"/19" Normal) претерпела несколько модификаций (ревизий). Мы же рассмотрим плату версии 1.1 (Rev.1.1). Следует отметить, что номер этой плать по каталогу Samsung – BN44-00123L.

Итак, как уже говорилось, плата состоит из двух, практически независимых, частей. Дадим краткую характеристику каждой из них.

Источник питания
Блок питания обеспечивает формирование двух выходных напряжений постоянного тока: +15В и +5В. Источник питания представляет собой классический однотактный импульсный преобразователь обратноходового типа. В качестве основного элемента этого источника можно выделить ШИМ-контроллер со встроенным силовым ключом – микросхему DM0456R. Именно эта микросхема и определяет схемотехнику всего источника, кстати сказать, очень простую (если не употребить слово примитивную).

Инвертор задней подсветки
Инвертор обеспечивает формирование высокочастотного переменного напряжения 650В на четырех лампах задней подсветки. Величина тока ламп находится на уровне 7.5 мА. В инверторе используется достаточно передовой вариант схемотехники – резонансный преобразователь. Инвертор поддерживает все основные варианты защиты (защиту от превышения напряжения, защиту от обрыва ламп). Управление инвертором обеспечивает контроллер FAN7314 (см. предыдущую статью текущего номера). В качестве питающего напряжения инвертора используется напряжение +15В.

Принципиальная схема платы PWI1904SJ (M) Rev.1.1 представлена на двух страницах (стр.23 и стр.24). Разбиение на страницы осуществляется по блочному принципу, т.е. на одной схеме представлен источник питания, а на другой – инвертор задней подсветки. Основные электрические характеристики платы (входные и выходные напряжения, мощность тока) указаны на самой плате. А мы переходим к детальному описанию основных элементов представленной схемы.

Источник питания

Источник питания, являясь импульсным, состоит из стандартного набора узлов, каждый из которых выполняет соответствующую функцию. Мы не будем давать детальное описание каждого узла, ведь, как уже говорилось выше, источник питания построен по классической схеме, а мы не ставим целью данного обзора изучение основ импульсных преобразователей. Остановимся на том, что сопоставим основные узлы источника питания и электронные элементы представленной схемы.

Входные цепи

Входным разъемом, на который подается переменное сетевое напряжение, является разъем **IN101**. Защита от превышения

Источник питания монитора Samsung SyncMaster 943N

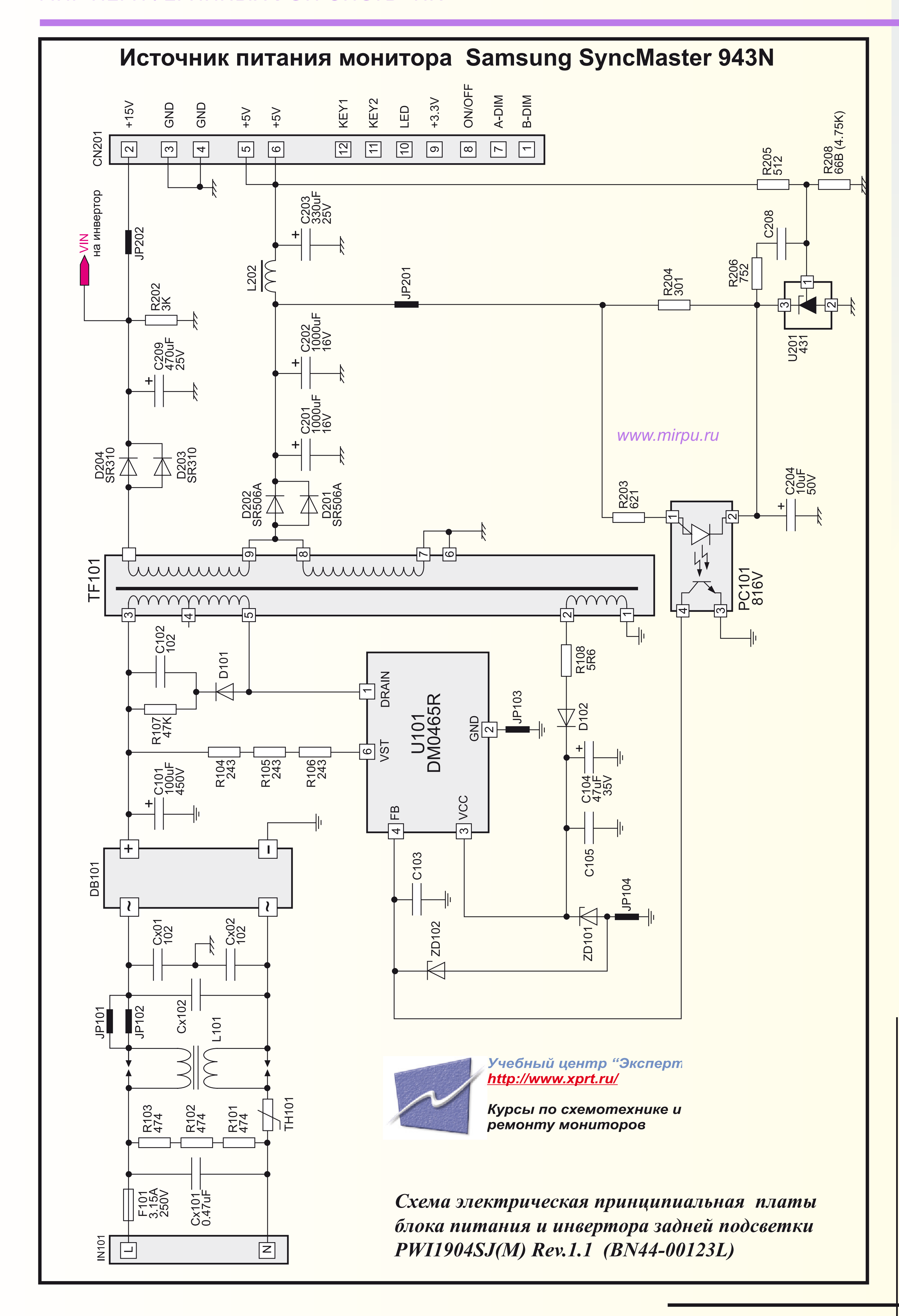


Схема электрическая принципиальная платы блока питания и инвертора задней подсветки PWI1904SJ(M) Rev.1.1 (BN44-00123L)

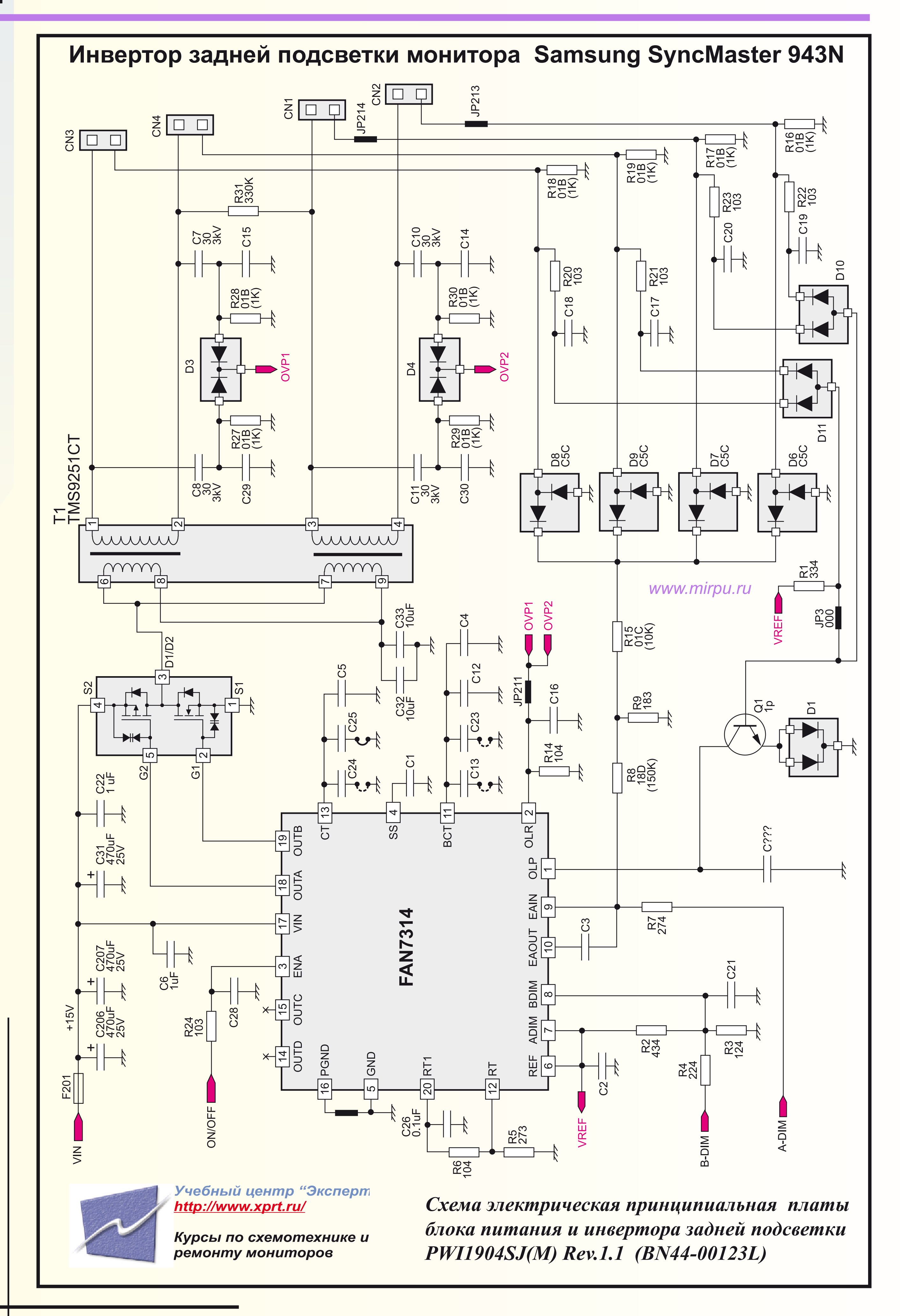


Схема электрическая принципиальная платы блока питания и инвертора задней подсветки PWI1904SJ(M) Rev.1.1 (BN44-00123L)

входного тока обеспечивается предохранителем **F101** (*3.15 Ампер*).

Входной сетевой фильтр образован следующими элементами: конденсаторами **Cx101, Cx102, Cx01, Cx02**, резисторами **R101, R102, R103,** дросселем **L101**, термистором **TH101**.

Выпрямление сетевого напряжения обеспечивается интегральным диодным мостом **DB101**, а сглаживание – электролитическим конденсатором **C101**.

Импульсный преобразователь

Основным элементом преобразователя является ШИМ-контроллер со встроенным силовым ключом – интегральная 5-контактная микросхема на радиаторе, имеющая позиционное обозначение U101. В данной схеме используется очень популярная в последнее время микросхема – DM0465R. Обсуждать этот контроллер мы не будем, так как найти его описание не составляет труда.

Пусковая цепь ШИМ-контроллера DM0465R образована резисторами R104, R106, R106 сопротивлением по 24 кОм каждый.

Цепь питания ШИМ-контроллера DM0465R в установившемся режиме образована резистором R108, диодом D102, конденсаторами C104 и C105. Источником энергии для питания ШИМ-контроллера в рабочем режиме, является обмотка импульсного трансформатора TF101 (конт.1-конт.2). Ограничение питающего напряжения осуществляется стабилитроном ZD101.

Снаббер, обеспечивающий подавление резонансных выбросов напряжения в первичной обмотке импульсного трансформатора TF101 при переключении силового транзистора, состоит из диода D101, резистора R107 и конденсатора C102.

Сигнал обратной связи, позволяющий стабилизировать выходные напряжения источника питания, подается на конт.4 ШИМ-контроллера DM0465R. Величина сигнала обратной связи на конт.4 управляется оптроном PC101.

Вторичные выпрямители

Вторичные выпрямители выполнены по однополупериодной схеме. Выпрямительные диоды каждого канала состоят из пары параллельно-включенных диодов. Это позволяет увеличить токовую нагрузку каналов.

Сглаживание выпрямленных импульсов в канале +15В обеспечивается конденсатором C209 и конденсаторами C206, C207, C31, которые мы отнесли к схеме инвертора.

Сглаживание импульсов в канале +5В обеспечивается конденсаторами C201, C202, C203, а также дросселем L202.

Сигнал обратной связи для обеспечения стабилизации выходных напряжений формируется из напряжения канала +5В с помощью делителя R205/R208. Полученное этим делителем напряжение, управляет микросхемой U201 типа TL431 (управляемый регулятор). Эта микросхема, в свою очередь, управляет током через светодиод оптрона PC101, что в итоге, изменяет величину сигнала обратной связи на конт.4 ШИМ-контроллера DM0465R.

Инвертор задней подсветки

Нагрузкой инвертора задней подсветки являются четыре лампы CCFL, подключенные к четырем разъемам: CN1, CN2, CN3, CN4. Высоковольтным трансформатором является T1 с двумя первичными и двумя вторичными повышающими обмотками.

Инвертор выполнен по резонансной схеме. Резонансный контур образован первичными обмотками трансформатора T1 и двумя параллельными SMD-

конденсаторами: С32 и С33. Таким образом, резонансный контур является последовательным.

Питающим напряжением инвертора является +15В, которое подается на инвертор через предохранитель F201 (3 Ампер). Это напряжение используется и для питания управляющей микросхемы, и для питания силового каскада – резонансного контура.

Колебания в резонансном каскаде обеспечиваются синхронным переключением двух силовых транзисторов в интегральном исполнении (транзисторная сборка типа STU407DH). Транзисторы являются полевыми: один из них P-канальный (верхний ключ), а другой N-канальный (нижний ключ). Управление транзисторами осуществляет контроллер задней подсветки FAN7314.

Так как контроллер предназначен для управления мостовым преобразователем, а в данной схеме используется всего два транзистора, а не четыре, то два выхода (OUTC и OUTD) микросхемы не используются (конт.14 и конт.15). Противофазные импульсы формируются на выводах OUTA и OUTB (конт.18 и конт.19). Импульсы следуют с частотой в несколько десятков кГц (но последовательность импульсов прерывается, образуя, так называемые, «пачки» - см. ниже про регулировку яркости). Эта частота задается конденсаторами C5, C24, C25. В зависимости от модификации платы, конденсаторы C24 и C25 могут включаться в разных комбинациях. Для этих целей предусмотрены перемычки. Кроме того, частота внутреннего генератора задается еще и номиналом резистора R5.

Обратная связь по току

Для стабилизации тока ламп, т.е. для стабилизации их яркости, в инверторах применяется отрицательная обратная связь по току. Для обеспечения обратной связи по току, последовательно с лампами включается токовой датчик – резистор, сопротивлением от нескольких сотен Ом до 1 кОм. Эти резисторы, традиционно, являются прецизионными (с допуском на отклонение номинала в 1%). С резистора обратной связи снимается напряжение, величина которого прямопропорционально величине тока, протекающего через лампы, а, значит, пропорционально яркости лампы.

В представленной схеме такими токовыми датчиками являются R16, R17, R18, R19, номиналом по 1 кОм. Сигналы, снимаемые со всех четырех датчиков, сводятся в одну точку, в которой и образуется результирующее напряжение обратной связи. Суммирование сигналов токовых датчиков осуществляется посредством развязывающих диодов диодных сборок D6, D7, D8, D9. Результирующее напряжение обратной связи подается на конт.9 контроллера FAN7314 через цепь согласующих резисторов R15, R9, R8.

К сигналу обратной связи еще добавляется сигнал A-DIM, который является аналоговым сигналом регулировки яркости. Сигнал A-DIM формируется микропроцессором монитора и изменяет свою величину при пользовательской регулировке яркости. Сигнал представляет собой напряжение постоянного тока. Увеличение сигнала A-DIM приводит к увеличению напряжения обратной связи, и, как следствие, к уменьшению тока ламп. И наоборот.

Защита от превышения напряжения

Защита от превышения напряжения на лампах обеспечивается сигналом обратной связи по напряжению. К «горячему» контакту каждого разъема ламп подключен емкостной делитель напряжения (C8/C29, C7/C15, C11/C30, C10/C14). В средней точке каждого делителя формируется переменное синусоидальное напряжение, пропорционально напряжению на лампах. Далее все четыре напряжения выпрямляются и суммируются с помощью диодов

диодных сборок D3 и D4. Результирующее напряжение прикладывается к конт.2 (OLR) контроллера FAN7314. Сглаживание суммирующего напряжения обеспечивается конденсатором C10. За счет диодов D3 и D4 на контакте OLR устанавливается напряжение, являющееся максимальным из четырех сигналов обратной связи по напряжению. Другими словами, превышение напряжение на любой из четырех ламп приводит к срабатыванию данной защиты.

Защита от обрыва ламп

Обрыв цепи лампы является опаснейшей ситуацией для инвертора. Это становится причиной выхода из строя силовых ключей инвертора, т.к. инвертор, являющийся импульсным преобразователем, начинает работать в режиме холостого хода без нагрузки. Обрыв ламп в данной схеме, как впрочем, и в большинстве других, определяется по отсутствию напряжения на резисторах токового датчика лампы (R16…R19).

При протекании тока через лампы, на резисторах R16…R19, формируется напряжение, которое сглаживается конденсаторами C17, C18, C19, C20. В результате, на этих конденсаторах устанавливается напряжение, обеспечивающее запирание диодов диодных сборок D10 и D11. Закрытое состояние всех этих четырех диодов обеспечивает открытое состояние транзистора Q1, т.к. база этого транзистора смещена на величину опорного напряжения VREF, вырабатываемого контроллером FAN7314.

Если обрывается хотя бы одна лампа, то тут же открывается один из четырех диодов сборок D10 и D11, т.к. на стороне катода соответствующего диода пропадает запирающее напряжение. Это, в свою очередь, приводит к закрыванию транзистора Q1 и блокировке контроллера FAN7314.

Регулировка яркости

В рассматриваемом инверторе применяется метод регулировки яркости Burst Dimming (метод прерывистой регулировки), предполагающий, что ток ламп представляет собой «пачки» высокочастотного переменного тока (рис.2). «Пачка» соответствует включенному состоянию лампы, а между пачкам, соответственно, лампа выключается. Ширина этих пачек, т.е. соотношение включенного и выключенного состояния ламп, определяет яркость задней подсветки. При увеличении яркости, ширина «пачек» увеличивается, а при максимальном

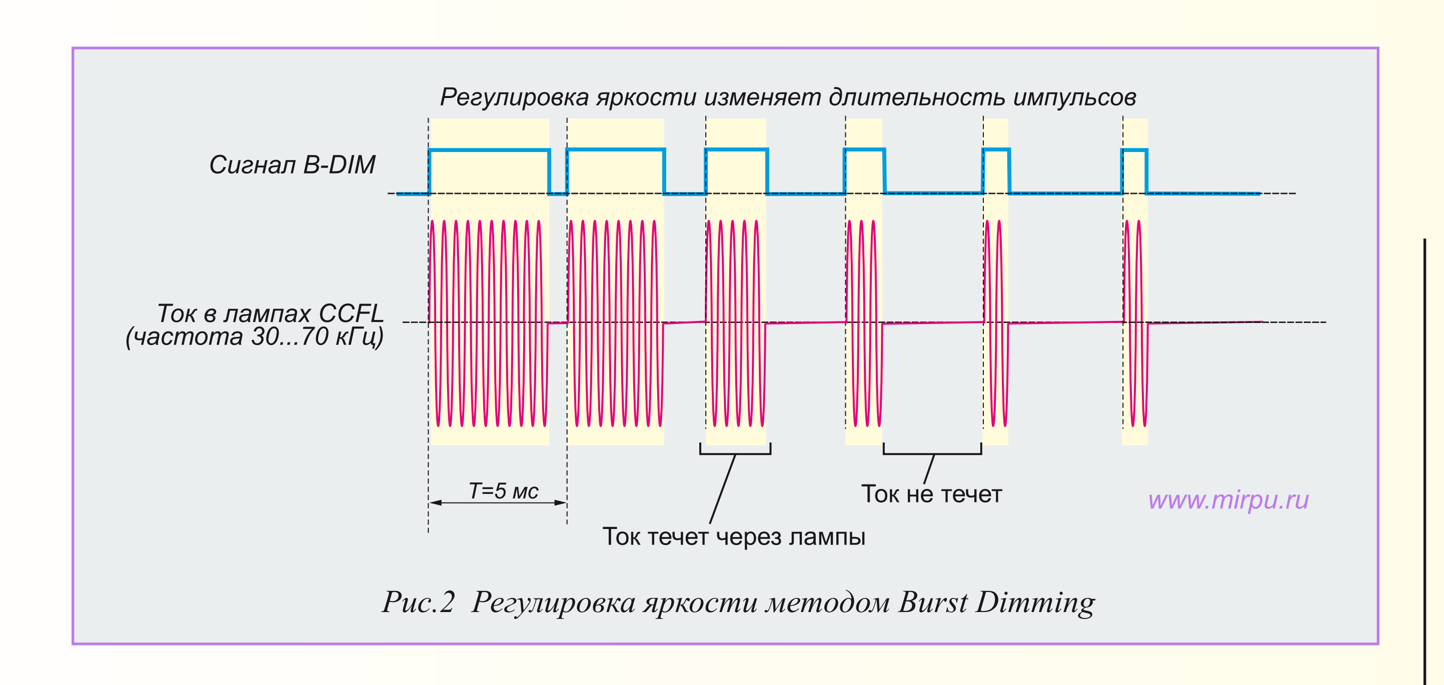


Рис.2 Регулировка яркости методом Burst Dimming

уровне яркости, ток в лампах становится, фактически, непрерывным.

Регулировка яркости в данной схеме осуществляется двумя сигналами: A-DIM и B-DIM, формируемыми микропроцессором монитора.

Сигнал B-DIM подается на вход инвертора через конт.1 разъема CN201. Сигнал B-DIM представляет собой низкочастотные импульсы, следующие с частотой примерно 200 Гц. При регулировке яркости, ширина этих импульсов изменяется. Именно ширина этих импульсов определяет ширину «пачек» переменного тока в лампах.

Сигнал A-DIM подается на вход инвертора через конт.7 разъема CN201, и представляет собой напряжение постоянного тока. Этот сигнал подмешивается к сигналу обратной связи, подаваемому на конт.9 микросхемы FAN7314. При регулировках яркости, сигнал A-DIM, практически, не изменяется. Значительное скачкообразное изменение уровня сигнала A-DIM происходит при изменении цветовой палитры через меню Magic Bright, и только при выборе некоторых установок этого меню.

Неисправности инвертора

Для инверторов семейства PWI1904SJ(M) характерны две неисправности:
- выход из строя транзисторной сборки STU407DH;
- выход из строя трансформатора T1.

Отказы других элементов схемы являются крайне маловероятными, поэтому говорить о них не имеет смысла, а вот обсудить наиболее вероятные отказы необходимо.

Транзисторная сборка

Сборка STU407DH представляет собой пару полевых транзисторов разной проводимости: N-канальный и P-канальный. Внутренняя архитектура

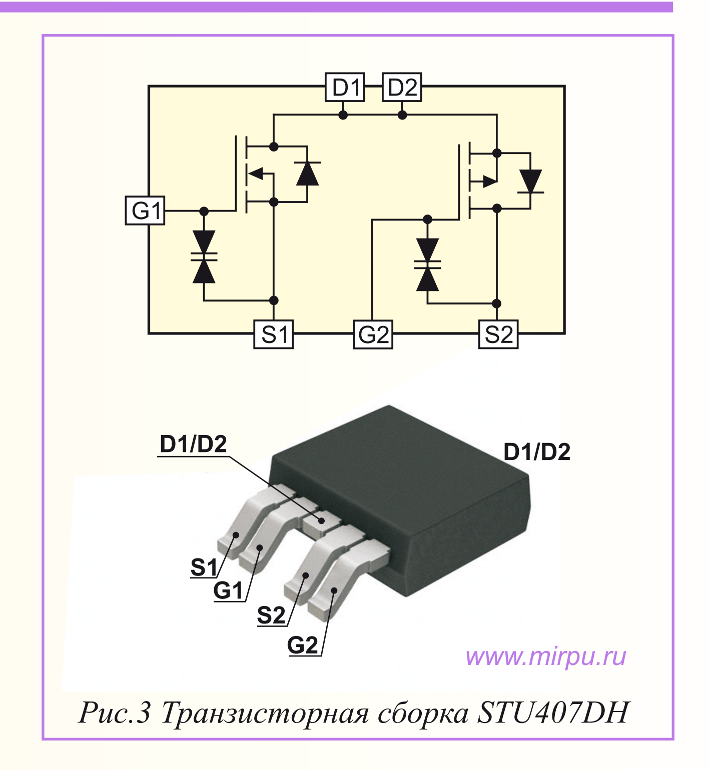


Рис.3 Транзисторная сборка STU407DH

сборки и ее внешний вид представлены на рис.3. Основные электрические характеристики транзисторов сборки следующие:
- напряжение сток-исток: 40В;
- напряжение затвор-исток: 20В;
- ток стока (для P-канального): -12А;
- ток стока (для N-канального): 16А;
- ток стока импульсный: 50А;
- прямой ток демпферного диода (для P-канального транзистора): -6А;
- прямой ток демпферного диода (для N-канального транзистора): 8А;

Неисправность сборки заключается в пробое одного или двух транзисторов сборки. Диагностика сборки, естественно, проводится тестером (омметром), и заключается в поочередной проверке двух полевых транзисторов (как проверять полевые транзисторы мы здесь распространяться не будем). Следует также отметить, что аналоги этой транзисторной сборки не известны, поэтому при отказе STU407DH придется приобретать именно ее.

Трансформатор

Тип используемого в данном инверторе трансформатора - TMS92515CT. Типовая неисправность данного трансформатора заключается в обрыве

(или в «подгорании», т.е. в увеличении активного сопротивления) одной из двух вторичных высоковольтных обмоток.

Параметры этих вторичных обмоток исправного трансформатора следующие:
- активное сопротивление: *1120…1130 Ом*;
- индуктивность : *1.93…1.95 Гн*.

Исходя из представленных данных. Можно сказать, что диагностика трансформатора – дело весьма посредственное, осуществимое с помощью самого простого тестера. Достаточно лишь измерить сопротивление вторичных высоковольтных обмоток. Но хотелось бы отметить, что значение сопротивления обмотки может быть и другим, поэтому при проверке трансформатора лучше сравнить сопротивление его двух высоковольтных обмоток. Если сопротивления одинаковы, то трансформатор исправен. А если сопротивления различаются на 100 Ом и более, то можно говорить о неисправности трансформатора, причем неисправной обмоткой следует считать ту, у которой сопротивление больше.

Что же делать, если одна из обмоток в обрыве, или ее сопротивление увеличилось?

Первое решение. Самым простым решением является замена трансформатора. Его приобретение в настоящий момент времени не должно составить особого труда. На рынке широко представлены «совместимые» трансформаторы с аналогичными характеристиками. Однако, следует иметь в виду, что при покупке «совместимого» трансформатора вполне можно столкнуться с ситуацией, когда при замененном трансформаторе инвертор не работает совсем, или через некоторое время срабатывает защита.

Второе решение. Другим решением проблемы неисправного трансформатора является переделка схемы инвертора



Рис.4 Вторичная высоковольтная обмотка трансформатора TMS9251CT полностью удалена

на работу с двумя лампами. Для этого придется проделать следующее:
- удалить неисправную высоковольтную обмотку;
- заблокировать защиту от обрыва ламп;
- выпаять резистор R31.

Неисправную обмотку придется полностью удалить (рис.4). Отключение нагрузки с неисправной обмотки (т.е. двух ламп), результата не дает, и при работе на холостом ходу (при заблокированной защите) трансформатор очень сильно нагревается. Защита от обрыва ламп, как указывалось ранее, организована посредством двух диодных сборок: D10 и D11. Поэтому блокировка защиты предполагает выпаивание одной диодной сборки, соответствующей тому «плечу» инвертора, в котором была удалена высоковольтная обмотка. Далее для надежности запуска инвертора, удаляем из схемы резистор R31.

После этого схему можно запускать, и к оставшейся обмотке нужно подключить две лампы. Для обеспечения равномерности засветки экрана, желательно сделать так, чтобы к оставшейся обмотке была подключена одна верхняя лампа и одна нижняя. Длина соединительных проводов ламп в мониторах с инвертором PWI1904SJ(M), позволяет проделать такую коммутацию без проблем.

Опыт ремонта LCD-матрицы. Дефект «нарушена цвето-передача».

Диагноз «неисправность матрицы» звучит как приговор для LCD-дисплея. Ремонт матрицы не предусмотрен ни одними фирменными регламентами. И многие сервисные специалисты даже не пытаются что-либо предпринимать в ситуации, когда дефект матрицы очевиден и неоспарим. Однако, далеко не всегда все так безнадежно, и ремонт LCD-матрицы, оказывается, возможен. И вот тому подтверждение.

В ремонт поступил монитор с дефектом, который пользователь обозначил, как «нарушенная цветопередача». Тип монитора – Samsung SyncMaster 710N (модель MJ17ASKN) При включении этого монитора в автономном режиме, он, как это и должно быть, вывел сообщение о необходимости проверить подключение информационного кабеля. При этом внешний вид сообщения не вызвал какого-либо удивления – все как обычно. Даже подумалось, что пользователь где-то ошибся, и цветопередача нарушена у него. Однако при подключении



Рис.1 Нарушение цветопередачи при воспроизведении заставки “луг”

монитора к источнику сигнала – а именно к компьютеру с установленной операционной системой Windows XP, сразу все стало понятно. Картинка, действительно, была «никакая». На рис.1 представлен снимок этого экрана. Для сведения – на картинке стандартный рабочий стол Windows XP со стандартной заставкой «луг». Ничего не скажешь… Впечатляет. Для сравнения (рис.2), сразу же представим эту же картинку после того, как ремонт монитора был завершен. Как говориться: «почувствуй разницу».

Так что же пришлось сделать, чтобы изображение на рис.1 превратилось в изображение на рис.2?

Изображение на экране сразу же дало повод думать о неисправности LCD-матрицы. Для проверки этого предположения была проведена замена матрицы на аналогичную 17-дюймовую с 30-контактным интерфейсом LVDS. Установка заведомо исправной матрицы подтвердила начальную версию, т.к. с другой матрицей изображение было таким, каким и должно быть. Таким образом, все точки расставлены. Можно приступать к диагностике LCD-матрицы.

Для начала, рассмотрим LCD-матрицу. Она оказалась продуктом компании CHUNGHWA, модель – CLAA170EA-07Q. Внутреннее устройство данной LCD-матрицы нечем особенным не отмечено (о внутреннем устройстве жидкокристаллических матриц мы уже неоднократно рассказывали в разных статьях). На управляющей плате матрицы расположены следующие основные элементы, наиболее заметные и наиболее значимые для обеспечения работы LCD-панели :

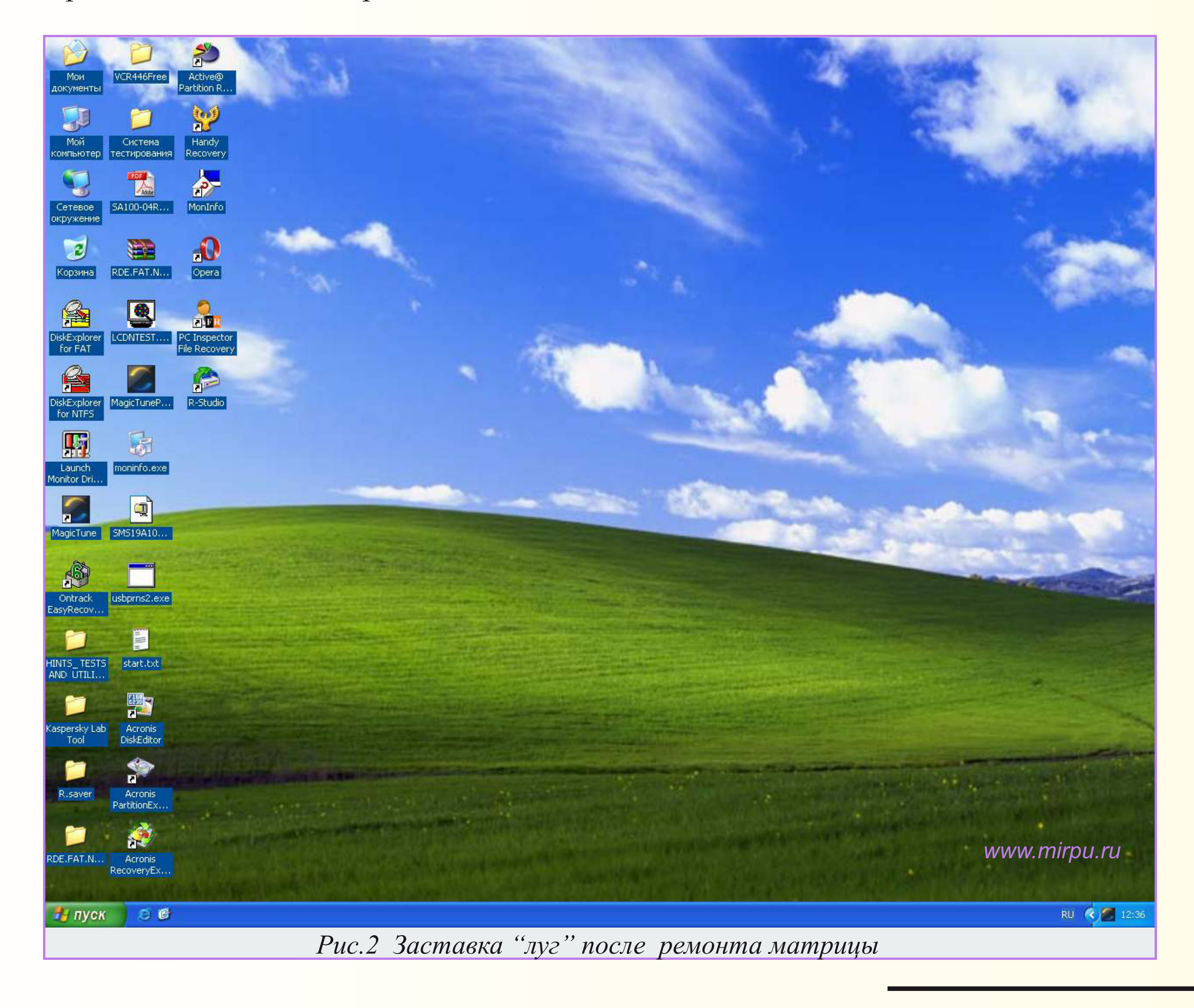


Рис.2 Заставка "луг" после ремонта матрицы



Рис.3 Управляющая плата матрицы CLAA170EA-07Q

- контроллер TCON типа Novatek NT-7167FG;
- преобразователь напряжений, основным элементом которого является ШИМ-контроллер со встроенным ключом (8-контактаая микросхема AAT1102);
- формирователь уровней градаций серого, построенного с использованием микросхемы буферных усилителей AAT7205.

Теперь проведем первичный анализ ситуации. Здесь можно отметить следующие моменты.

1) Наибольшие подозрения в данной ситуации вызывает схема формирования уровней серого, так как именно эта схема отвечает за воспроизведение всей гаммы цветов. А мы видим на экране очень ограниченный спектр цветов, как будто выбран не режим True Color, а какой-нибудь16-цветный режим.

2) Изображение, в принципе, формируется, причем все элементы экрана (иконки, панель управления и т.п.) соответствуют своему местоположению, имеют правильные контуры, надписи и проч. Нарушена только цветопередача. Поэтому можно говорить об исправности преобразователя напряжений и о формировании всех основных питающих напряжений матрицы, необходимых для ее функционирования. В противном случае, обычно, наблюдаются дефекты типа:

- сплошной белый экран;

- значительно снижение контрастности в виде так называемого «молочного» экрана (изображение видно, но через белую пелену)

- черный экран;

- размытое изображение.

Принимая во внимание эти аргументы, переходим к диагностике схемы формирования уровней серого. Эту схему в иностранной технической документации называют либо Gray Scale (масштаб серого), либо Gamma-Correction (схема гамма-коррекции). В общем и целом, смысл функционирования данной схемы заключается в формировании нескольких опорных напряжений, используемых микросхемами столбцовых драйверов для цифро-аналогового преобразованиясигналов.Этонеобходимо для того, чтобы на выходе столбцовых драйверов могло формироваться разноуровневое (аналоговое) напряжение, позволяющее управлять «яркостью» каждой элементарной точки экрана. Также следует напомнить, что к ЖК-ячейкам прикладывается

разнополярное напряжение относительно противоэлектрода. Об этом можно почитать как на сайте нашего журнала (http://www.mirpu.ru/lcd/36-lcdmatrix/212-polaritylcd.html), так и в других открытых источниках Internnet'а. Для создания разнополярного напряжения, «общий» электрод ЖК-ячеек не соединяют с «землей», а него подается некоторое напряжение, относительно которого другие напряжения, прикладываемые к TFT-транзистору, могут быть условно «положительными», или условно «отрицательными», являясь в реальности положительными напряжениями (рис.4).

Схема Gray Scale вырабатывает равное количество «положительных» и «отрица-

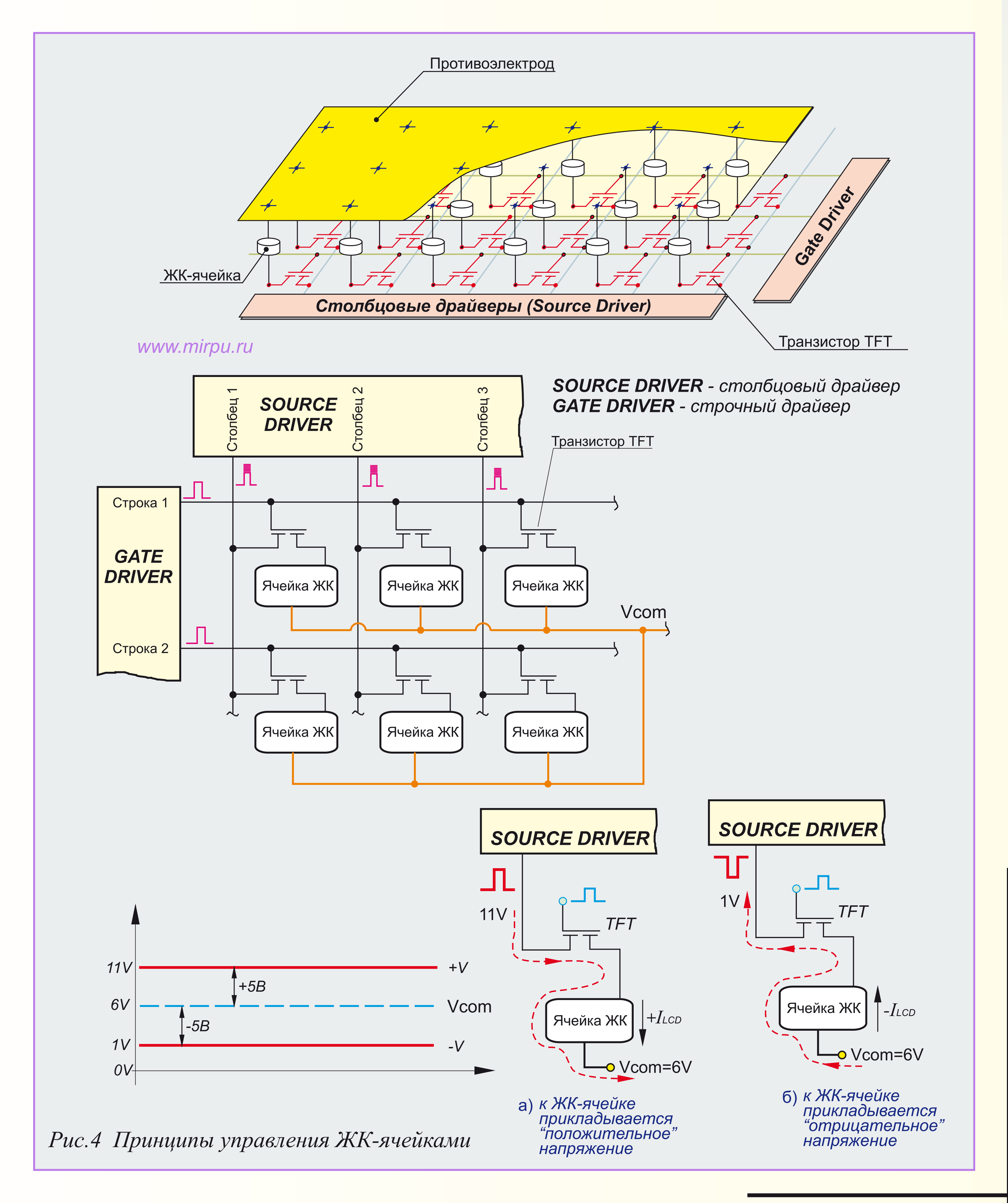


Рис.4 Принципы управления ЖК-ячейками

тельных» напряжений, т.е. если для цифро-аналогового преобразования столбцового драйвера требуется, например, шесть опорных напряжений, то схема Gray Scale должна будет сформировать двенадцать опорных напряжений. Шесть из них должны быть больше напряжения противоэлектрода, а шесть – меньше (рис.5). Таким образом, напряжение противоэлектрода должно находиться посередине этих опорных напряжений. Но это в теории, а на практике бывает и по другому.

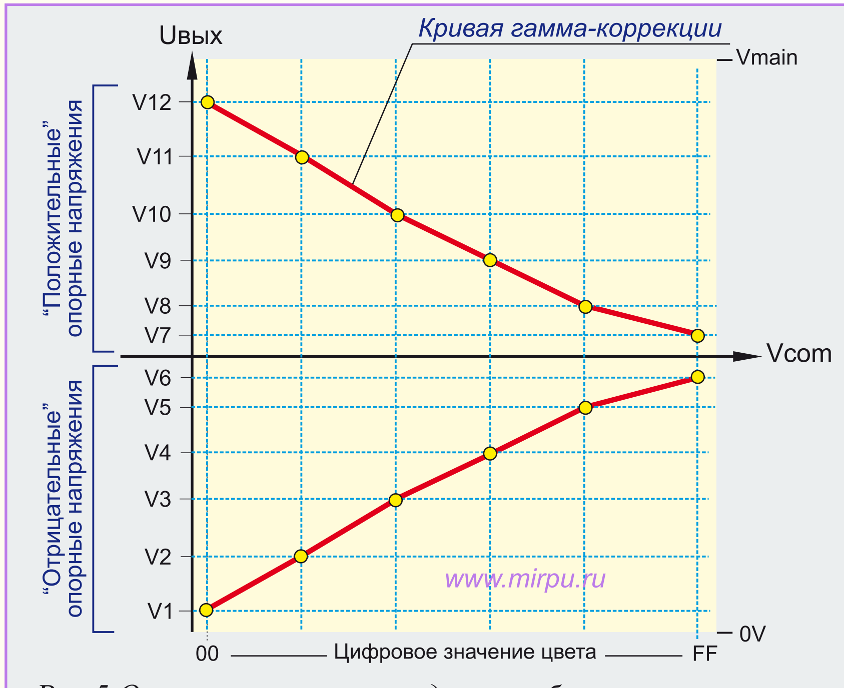


Рис.5 Опорные напряжения должны быть симметричны относительно напряжения противоэлектрода

Достаточно часто встречается ситуация, при которой опорные напряжения не являются симметричными относительно противоэлектрода (например, может быть пять «положительных» и три «отрицательных»). Напряжение противоэлектрода принято обозначать Vcom.

Опорные напряжения GrayScale традиционно формируются из, так называемого, главного (Main) напряжения, величина которого составляет **12...16 В**. Получают разноуровневые напряжения с помощью примитивного резистивного делителя (рис.6). Однако некоторые производители LCD-панелей применяют микросхемы буферных усилителей, что позволяет улучшить качество этих опорных напряжений (рис.7).

В матрице CLAA170EA_07Q используется именно такая схема GrayScale, а в качестве

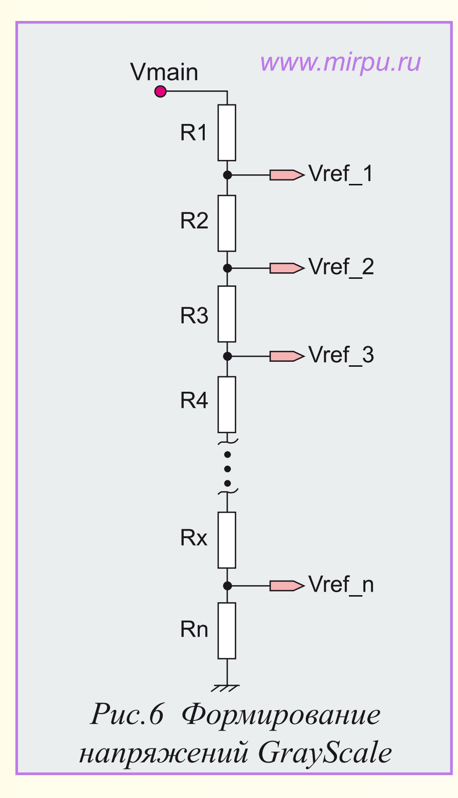


Рис.6 Формирование напряжений GrayScale

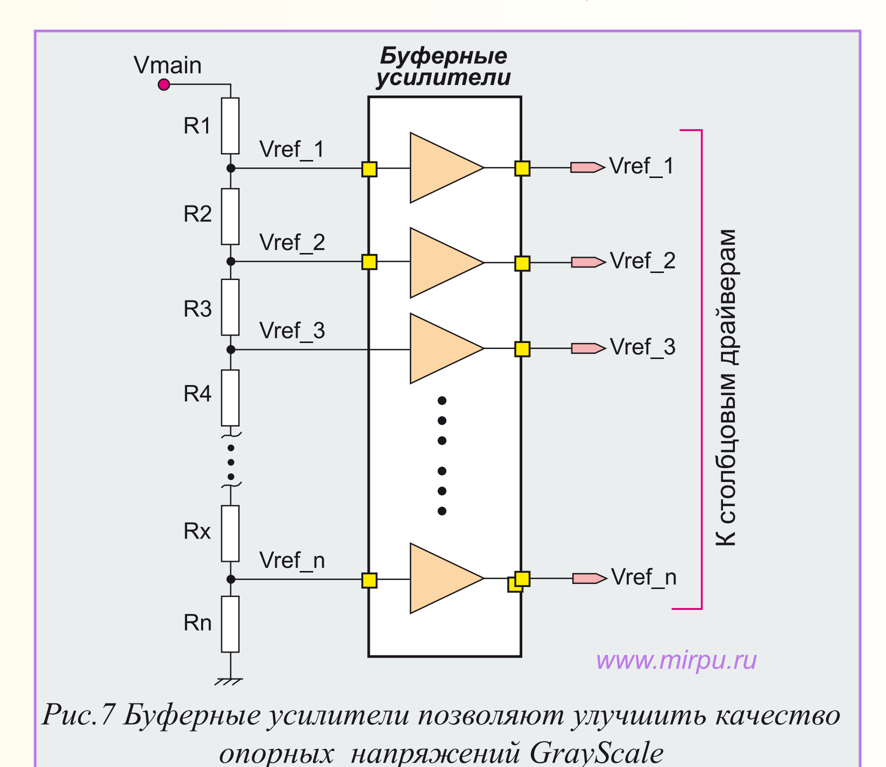


Рис.7 Буферные усилители позволяют улучшить качество опорных напряжений GrayScale

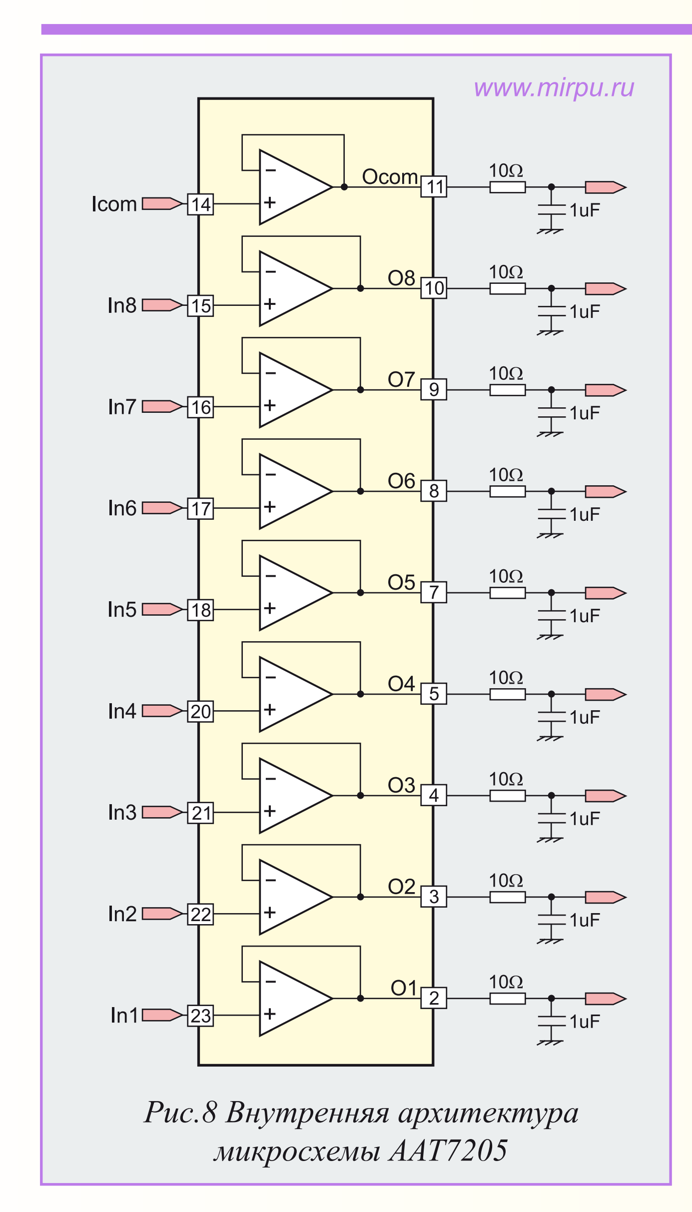


Рис.8 Внутренняя архитектура микросхемы AAT7205

буферного усилителя здесь применяется микросхема AAT7205. Данная схема формирует 8 опорных напряжений и одно напряжение Vcom. Микросхема AAT7205 позволяет обеспечить токи величиной до 30 мА в восьми каналах опорных напряжений и ток величиной 100 мА для противоэлектрода. Блок-схема AAT7205 и ее типовое включение приводится на рис.8.

Диагностика схемы Gray Scale очень проста – необходимо измерить формируемые ею напряжения. Это можно сделать с помощью обычного тестера. Так как в нашем примере для формирования напряжений используется микросхема, то проверим ее выходные напряжения, а при необходимости и входные. Начиная с главного напряжения, каждое последующее должно быть несколько

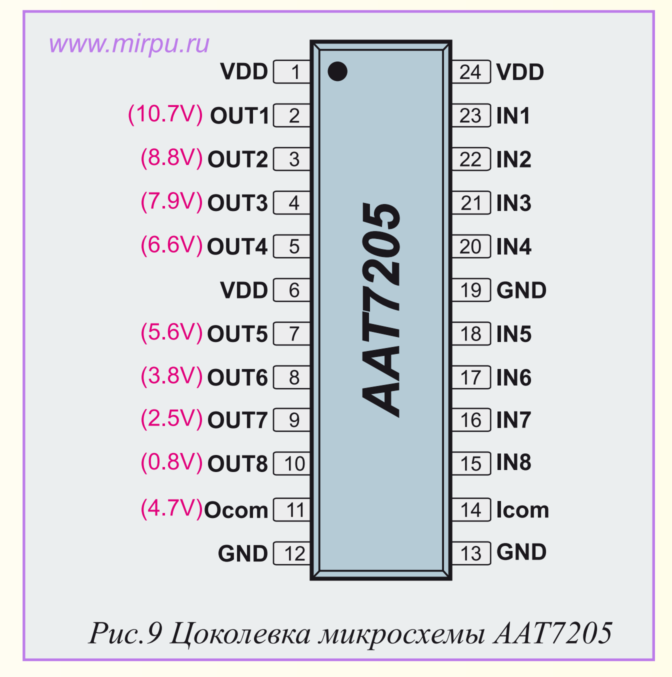


Рис.9 Цоколевка микросхемы AAT7205

ниже, причем эта разница не должна быть одинаковой – в этом и заключается суть гамма-коррекции. Разница между входным и выходным напряжением каждого канала микросхемы незначительна. В матрице CHUNGHWA CLAA170EA_07Q в качестве главного напряжения используется +12В, которое и подается на контакты Vdd микросхемы AAT7205. Примерная величина выходных напряжений AAT7205 в исследуемой нами матрице представлена на рис.9. Однако указанные значения могут несколько отличаться в каждом экземпляре данной матрицы, ведь двух одинаковых электронных схем не бывает.

Проверка выходных напряжений микросхемы AAT7205 показала, что напряжение на **конт.11** (Ocom – напряжение противоэлектрода) явно меньше номинального. Вместо необходимых 4.7В, тестер показал на этом контакте 1.7В., т.е. оно сильно занижено. При этом проверка на входе усилителя (**конт.14** – Icom) показала наличие 4.7В. Причинами такого сильного снижения выходного напряжения могут являться:

- неисправность микросхемы AAT7205 (пробой выхода);
- неисправность фильтрующего конденсатора подключенного к данному выходу;
- неисправность столбцового драйвера



Рис.10 Конденсаторы, фильтрующие напряжение противоэлектрода Vcom

(пробой по входу), т.е., фактически, неисправность матрицы.

Во время проведения измерения мы также обратили внимание на значительный разогрев корпуса микросхема AAT7205, что является характерным признаком наличия короткого замыкания на ее выходе.

Дальнейшие действия по выявлению причины короткого замыкания зависят исключительно от предпочтений диагностирующего специалиста и используемых им профессиональных приемов. В частности, можно, например, обрезать дорожку около **конт.11** и проверить величину формируемого на контакте напряжения. Если напряжение не восстановится до заданного значения (4.7В), то можно будет говорить о неисправности микросхемы. В противном случае, можно дальше проводить диагностику конденсаторов и матрицы.

В нашем случае причину неисправности удалось выявить очень быстро – наугад был выпаян один из конденсаторов, подключенных к **конт.11**. И после этого напряжение сразу же восстановилось, а вместе с ним на экране проявилась и правильная цветопередача. Вот и все.

В заключение хочется отметить, что в этой статье нами был рассмотрен только один из немногих примеров, с которыми приходится сталкиваться специалистам на практических занятиях, проводимых в учебном центре «Эксперт» (http://www.xprt.ru). На курсах, проводимых в этом учебном центре, обучающиеся специалисты получают навыки устранения реальных, а не высосанных из пальца неисправностей, т.к. при учебном центре действует сервисная служба, и поэтому недостатка в экспонатах для проведения практики нет.

Ждем вас на курсах по диагностике и ремонту мониторов, и вы получите не только уникальные теоретические знания на очень интересных лекциях с живым общением, но и реальный практический, а поэтому и бесценный опыт.

Также хотелось бы выразить признательность Скворцову Александру Николаевичу из г. Заринска Алтайского края за неоценимую помощь в решении такой необычной и интересной проблемы.



Цифровые системы подогрева ТЕРМОПРО®. Профессиональное оборудование для ремонта печатных плат.

Современные технологии производства печатных плат, требования миниатюризации и компактности электронных устройств привели к тому, что сегодня качественный ремонт, практически, любого прибора становится немыслим без применения профессионального паяльного инструмента и оборудования. Одним из важнейших технологических процессов при проведении операции демонтажа или пайки является процесс подогрева печатной платы.

В условиях мелкосерийного производства и ремонта электронных систем, часто возникает необходимость подогрева печатной платы перед выполнением монтажа или замены компонентов. Нижний подогрев позволяет уменьшить теплоотвод от электронного компонента в плату и, таким образом, снизить необходимую температуру инструмента для его пайки или демонтажа. При использовании методов пайки горячим воздухом, нижний подогрев уменьшает или совсем исключает деформации платы, возникающие вследствие ее одностороннего нагрева. Кроме того, печатные платы, выполненные из материалов на основе керамики, перед пайкой требуют плавного предварительного нагрева из-за чувствительности этих материалов к резким перепадам температур.

Предварительный подогрев печатных плат в наибольшей степени необходим при работе с многослойными платами. Использование подогрева уменьшает температурные перепады на поверхности платы и компонентах. В результате уменьшается риск «холодной пайки», образования микротрещин, отслаивания тонких проводников и т.п.



Рис.1 Термостолы ТЕРМОПРО семейства НП

При подогреве печатной платы необходимо довести температуру печатной платы до 100°...110°С при пайке свинцовыми припоями или до 130°...150°С при пайке припоями, не содержащими свинец. После этого, в процессе пайки (перепайки) компонента, необходимо обеспечить постоянство температуры платы на указанном уровне, а также равномерность распределения температуры по ее поверхности.



Рис.2 Двухзонный термостол ***НП 34-24 ПРО*** *с цифровым регулятором температуры* ***ТП 2-10АБ ПРО****. Предназначен для подогрева или подогрева по термопрофилю широкоформатных плат. Материал рабочей поверхности термостола - алюминиевый сплав*

Причины деформации печатных плат при подогреве

Удельная теплопроводность стеклотекстолита низкая. Она составляет примерно 0.3 Вт/м*К. В отличие от промышленных печей, в которых тепло к плате подводится с двух сторон, подогрев платы при ручных или ремонтных операциях осуществляется только с нижней стороны. Поэтому нижние слои текстолита печатной платы будут прогреваться быстрее, чем верхние. Тепловое линейное расширение нижних слоев больше, чем верхних - это приводит к прогибу платы вниз.

Эффект усугубляется с ростом толщины платы. Бороться с тепловыми деформациями следует путем снижения скорости подогрева платы.

Для успешного решения проблемы предварительного нагрева печатных плат, в настоящий момент времени используются, так называемые, системы нижнего подогрева, часто называемые термостолами. Состояние современного рынка оборудования для пайки таково, что на нем системы нижнего подогрева представлены достаточно широко. Здесь мы найдем оборудование различных производителей, различного ценового диапазона, различных габаритов и с разными техническими характеристиками.

Однако, не все системы нижнего подогрева одинаковы, если оценивать их по таким, пожалуй, важнейшим показателям, как безопасность для



Рис.3 Термостол ***НП 24-17*** *с цифровым регулятором температуры* ***ТП 1-10КД ПРО****. Предназначен для подогрева или подогрева по термопрофилю средних плат. Материал рабочей поверхности термостола - алюминиевый сплав*

www.mirpu.ru

Рис.4 Термостол ***НП 17-12 ПРО*** *с цифровым регулятором температуры* ***ТП 1-10КД ПРО****. Предназначен для подогрева или подогрева по термопрофилю малых плат. Материал рабочей поверхности термостола - алюминиевый сплав*

пользователя, равномерность прогрева рабочей поверхности и стабильность температуры. Существует целый ряд факторов, влияющих на качество подогрева печатной платы, и далеко не все представленные на отечественном рынке системы нижнего подогрева способны их учитывать. Системы подогрева серии **НП**, выпускаемые под торговой маркой ТЕРМОПРО® являются примером оборудования, в котором его разработчики использовали передовые технологии для достижения наилучших результатов.

Так что же приходится учитывать при нагреве печатной платы?

Факторы, влияющие на качество подогрева

1) Равномерность распределения температурного поля по рабочей поверхности термостола. При проектировании термостолов серии **НП** этому параметру уделялось большое внимание. По этому фактору равномерность прогрева платы обеспечивается автоматически.

2) Величина воздушного зазора. При одинаковой температуре термостола расстояние между платой и рабочей поверхностью влияет на скорость разогрева платы и ее конечную температуру. Чем больше зазор, тем медленнее прогревается плата. Уменьшение воздушного зазора увеличивает скорость разогрева, а также конечную температуру платы, но при этом возрастает риск деформации печатной платы. Оптимальной можно считать скорость разогрева 0.3...0.5°C/с для сложных печатных плат и до 1°C/с для простых плат.

3) Точность позиционирования печатной платы. Равномерность воздушного зазора по всей площади платы обеспечивает одинаковые условия прогрева для всех участков платы. Поэтому печатную плату следует устанавливать параллельно рабочей поверхности термоастола. Изначальная деформация печатной платы негативно сказывается на равномерности прогрева. Участки платы, находящиеся ближе к рабочей поверхности, прогреваются более интенсивно, усугубляя деформацию. Искривленные платы рекомендуется устанавливать с увеличенным зазором и нагревать медленнее. В этом случае вероятность дополнительной деформации уменьшается.

4) Расположение и размеры электронных компонентов. Количество компонентов, их размеры и плотность их размещения на плате также сказывается на равномерности прогрева платы. Если несколько массивных компонентов расположены рядом, то этот участок платы будет на-



*Рис.5 Термостол **НП 10-6 ПРО** с цифровым регулятором температуры **ТП 1-10КД ПРО**. Предназначен для подогрева или подогрева по термопрофилю миниатюрных плат. Материал рабочей поверхности термостола - алюминиевый сплав*

греваться медленнее, чем области с мелкими компонентами. Для снижения влияния этого фактора рекомендуется уменьшить скорость нагрева, а также увеличить время выдержки платы перед началом операции пайки. Если на микросхемах установлены металлические радиаторы, то перед подогревом их следует временно снять. Следует обратить внимание на толщину компонентов, расположенных с нижней стороны печатной платы. Чем ближе поверхность компонента находится к рабочей поверхности, тем быстрее и до большей температуры он прогревается. Бывают случаи, когда припой на выводах таких компонентов расплавляется раньше, чем остальная поверхность платы достигнет необходимой температуры и такой компонент падает на термостол. При наличии «толстых» компонентов рекомендуется увеличить воздушный зазор.

5) Внешние факторы. Наличие сквозняков в помещении и интенсивность работы системы дымоудаления могут отразиться на скорости и равномерности подогрева. Для проверки температуры платы рекомендуется использовать контрольный термодатчик. Для контроля равномерности прогрева следует периодически перемещать термодатчик в разные точки платы или использовать многоканальные измерители температуры, например «Термоскоп ТА-570М».

Во время процесса пайки очень важно придерживаться определенных правил при нагреве и последующем остывании печатной платы. Чтобы избежать деформации платы и других негативных явлений, упомянутых выше, нагревать плату следует постепенно. После ее нагрева до заданной температуры, необходимо обеспечить поддержание достигнутой температуры на все время выполнения операции пайки или демонтажа. А затем необходимо остудить плату. Но и этот, казалось бы, простой этап необходимо контролировать и необходимо управлять им, т.к. бесконтрольное самопроизвольное охлаждение платы также способно ее деформировать. Легко понять, что все эти процессы достаточно уникальны для каждой печатной платы и определяются ее геометрией, размерами, установленными на ней компонентами, применяемым припоем, и целым рядом других факторов о чем и говорилось выше.

Временная зависимость процессов разогрева, поддержания температуры платы на заданном уровне и ее дальнейшего плавного снижения, получила название термопрофиль.

Таким образом, для работы с каждой печатной платой и для установки/замены каждого электронного компонента, необходимо создать индивидуальный



Рис.6 Двухзонный термостол ***ИКТ-245М ПРО****. Предназначен для подогрева или подогрева по термопрофилю широкоформатных плат. Термостол оснащен керамическими инфракрасными излучателями, произведенными в Германии*

термопрофиль.

Естественно, что работа по термопрофилю предполагает управление термостолом, т.е. управление его температурой и динамикой изменения температуры. Это, в свою очередь, предполагает наличие обратной связи в виде сигналов от датчика/датчиков температуры, измеряющих температуру в соответствующих точках печатной платы.

Признаком профессионального оборудования является то, что термопрофиль должен выдерживается термостолом автоматически. Для этого используются специальные управляющие модули - регуляторы температуры (ТП 1-10КД ПРО или ТП 2-10АБ ПРО), которые подключаются к компьютеру и сами, в свою очередь, управляются программой.

Использование термостолов позволяет решать целый ряд самых разных задач:
- пайка SMD-компонентов на печатные платы по термопрофилю;
- предварительный подогрев печатных плат при пайке SMD-компонентов различными способами;
- предварительный подогрев печатных плат при ремонте (перед извлечением компонентов);
- предварительный подогрев кремниевых пластин при производстве солнечных элементов питания;
- предварительный подогрев керамических компонентов перед пайкой;
- отверждение клея, фиксирующего компоненты на плате;
- восстановление шариковых выводов микросхем BGA, с выполнением рекомендуемого термопрофиля;
- предварительный подогрев металлических конструкций перед пайкой;
- утилизация печатных плат методом нагрева до температуры плавления припоя;
- другие лабораторные нужды.

Все эти задачи с успехом способны решать системы нижнего подогрева ТЕРМОПРО® семейства НП, которое представлено несколькими моделями термостолов. Их сравнительные характеристики приведены в таблице 1.

Нагревательный элемент приборов нижнего подогрева серии НП представ-

Таблица 1. Сравнительные характеристики термостолов ТЕРМОПРО

Модельный ряд	НП 34-24 ПРО	НП 24-17 ПРО	НП 17-12 ПРО	НП 10-6 ПРО	НП 6-5 ПРО	ИКТ-245 ПРО
Напряжение питания, [В]	~220	~220	~220	~220	~220	~220
Номинальная мощность, [Вт]	2 x 1400	1400	700	350** (700)	175** (350)	2 x 1200
Удельная мощность, [Вт/м2]	34300	34300	34300	51200	48900	40000
Диапазон рабочих температур, [°C]	50 – 350	50 – 350	50 – 350	50 – 350	50 – 350	50 – 400
Число зон нагрева	2	1	1	1	1	2
Стабильность поддержания температуры, [°C]	± 2	± 2	± 2	± 2	± 2	± 4
Габариты зоны нагрева, [мм]	340 x 240 *(2 зоны 240x170)*	240 x 170	170 x 120	105 x 65	65 x 50	245 x 245 *(2 зоны 240x122)*
Диапазон ИК излучения, [мкм]	2-10	2-10	2-10	2-10	2-10	2-10
Габариты корпуса, [мм]	420x300x50	300x250x50	250x175x50	190x130x50	135x130x43	304x300x75
Вес прибора, [кг]	5,5	3,2	1,3	1,2	0,6	4,5
Регулятор температуры в отдельном блоке на выбор	ТП 2-10 АБ ПРО	ТП 1-10 КД ПРО ТП 1-10 КД		ТП 1-10 КД ПРО 0,5 ТП 1-10 КД 0,5		ИК 2-10 АБ ПРО

ляет собой плиту, контактирующую с печатной платой непосредственно, или находящуюся на небольшом расстоянии ниже платы. В последнем случае применяется рамочный держатель платы или . Особая конструкция нагревателя и рассеивающей пластины обеспечивают высокую равномерность температурного поля по рабочей поверхности. При выборе модели подогревателя желательно добиться, чтобы размер плиты был больше либо равен размеру подогреваемой платы. В этом случае нагрев будет наиболее равномерным, а коробление платы минимальным.

Дополнительные проблемы возникают при подогреве широкоформатных плат. Если закрепить такую плату за края в рамочном держателе, то в процессе подогрева центр платы будет прогибаться. Поэтому следует по центру платы (или в нескольких точках) установить на рабочую поверхность термостола



Рис.7 Рамочный держатель плат ТЕРМОПРО РД-400

регулируемую опору. При установке платы в рамочном держателе опора должна касаться нижней поверхности платы. Другой способ обеспечить зазор между платой и рабочей поверхностью – это установить в технологические отверстия платы фторопластовые стойки, например, **ФС-15.** Для широкоформатных плат обязательно следует установить дополнительную стойку в центре. Главное правило – чем больше стоек, тем меньше деформация. Плату на стойках размещают для подогрева непосредственно на рабочую поверхность термостола.



Рис.8 Фторопластовые стойки позволяют задать необходимый зазор между платой и термостолом и избежать деформации платы

Подогреватели серии НП в зависимости от модели могут иметь размер рабочего поля от 120 мм до 340 мм, обеспечивая равномерный нагрев даже очень больших печатных плат.

Управление температурой осуществляется с помощью электронного терморегулятора. В зависимости от варианта исполнения терморегулятор может измерять как температуру плиты, так и самой печатной платы с помощью выносного термодатчика. Кроме того, существуют терморегуляторы серии ПРО с возможностью подключения к компьютеру и отработки термопрофиля с отображением температуры в графической форме.

Конструкция корпуса подогревателя, высококачественные теплозащитные материалы в сочетании с вентиляционными отверстиями позволяют поддерживать достаточно низкую температуру корпуса термостола, что предотвращает его перегрев и обеспечивает безопасность оператора, т.е. случайные прикосновения не приводят к получению ожогов. Все приборы оснащены защитным заземлением и имеют антистатическое исполнение.

Ознакомиться со всем спектром оборудования для пайки и ремонта, выпускаемого компанией **ООО НТФ “Техно-Альянс Электроникс”** под торговой маркой ТЕРМОПРО®, вы можете на корпоративном сайте компании **http://www.termopro.ru/**.

Также с удовлетворением хотелось бы отметить, что «вживую» увидеть и опробовать «руками» все прелести работы с профессиональным оборудованием ТЕРМОПРО® вы можете на курсах, проводимых Учебно-практическим центром «Эксперт» (www.xprt.ru).

Балансировка аккумуляторных батарей. Часть II.

(Начало в №1' 2011)

В предыдущем номере журнала мы начали разговор на очень интересную тему, касающуюся аккумуляторных батарей, состоящих из нескольких последовательно включенных элементов, и нашедших самое широкое применение в портативной технике (ноутбуках, нетбуках и т.п.). Темой разговора стал вопрос балансировки во время заряда элементов, из которых состоит аккумуляторная батарея. В первой части статьи обсуждались общие проблемы разбалансировки батарей и необходимость их балансировки. В качестве итогов обсуждения, были обозначены два варианта балансировки батарей: пассивный и активный. Во второй части статьи, представленной вашему вниманию, детально обсуждается процесс пассивной балансировки.

Напомним читателям, что общий смысл балансировки батареи заключается в выравнивании напряжений на отдельных ее элементах (CELLs), несмотря на разность их характеристик, параметров и условий заряда. Естественно, что говорить о балансировке имеет смысл лишь для тех батарей, которые состоят из нескольких, последовательно включенных, элементов. Зарядное устройство, работающее с учетом алгоритма балансировки, к моменту окончания заряда батареи гарантирует, что на всех ее элементах напряжения либо равны, либо их разница минимальна (рис.1).

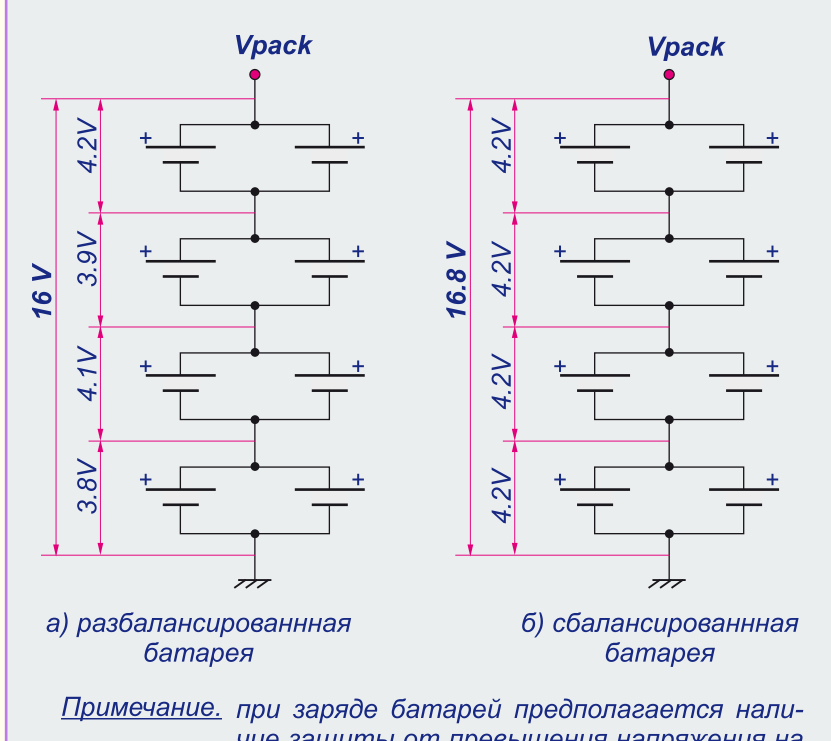


Рис.1 Процедура балансировки батареи при заряде гарантирует одинаковый заряд элементов

Сложность равномерного заряда отдельных элементов обусловлена тем, что

не существует элементов с одинаковыми характеристиками, а также тем, что в процессе эксплуатации, ухудшение характеристик аккумуляторов также происходит крайне неравномерно. При этом хочется напомнить, что выравнивание напряжений на батареях обеспечивает увеличение автономной работы устройства от аккумулятора, а также способствует значительному увеличению срока его эксплуатации.

Пассивная балансировка реализует достаточно простые алгоритмы выравнивания напряжений на элементах батареи.

Во-первых, следует отметить, что в подавляющем большинстве случаев методы пассивной балансировки реализуются лишь на этапе заряда аккумуляторной батареи. Процесс разряда батарей, как правило, не контролируется и проходит неуправляемо. Чтобы способ пассивной балансировки мог быть использован и при разряде батарей, необходимы достаточно сложные алгоритмы вычисления заряда батарей.

Общий принцип пассивной балансировки заключается в том, что элемент, зарядившийся быстрее остальных до максимально допустимого напряжения, начинает разряжаться через шунтирующие цепи. В результате, напряжение на этом элементе снижается до некоторого заданного уровня, после чего его заряд опять возобновляется и т.д. Использование различных алгоритмов контроля заряда отдельных элементов и различных алгоритмов их шунтирования (т.е. разряда), приводит, в итоге, к выравниванию зарядов на всех элементах батареи. Этот процесс выравнивания заряда, как правило, многоступенчатый, и проводится в несколько этапов, на каждом из которых разность напряжений на отдельных элементах батареи постепенно уменьшается. Процесс заряда и балансировки считается законченным, когда напряжение на всех элементах батареи сравняется и достигнет заданного уровня.

Таким образом, цепь балансировки должна включать в себя шунтирующие ключи, в качестве которых используются полевые (FET) транзисторы, токоограничивающие резисторы и схема управления транзисторными ключами (рис.2).

Естественно, что важнейшим элементом цепи балансировки является управля-

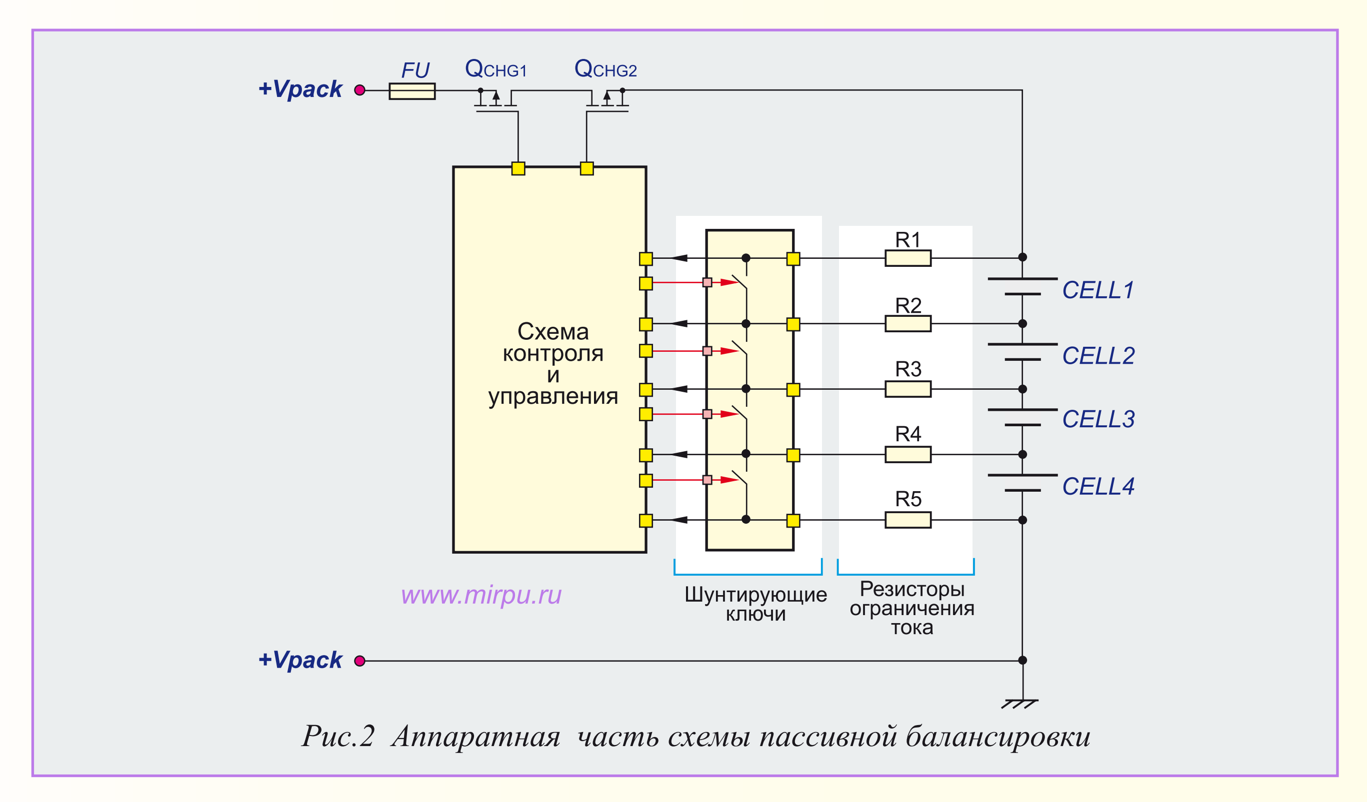


Рис.2 Аппаратная часть схемы пассивной балансировки

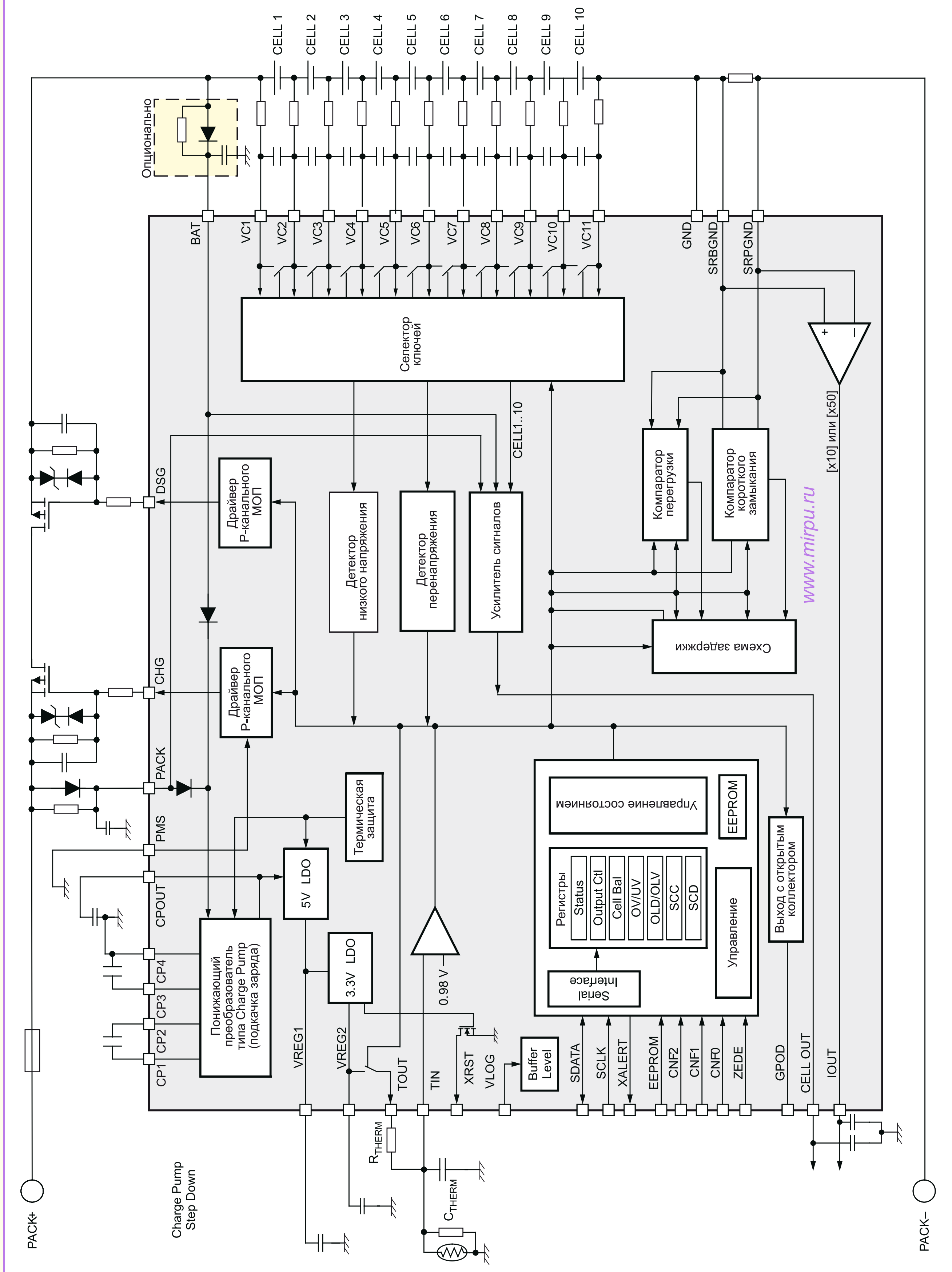


Рис.3 Внутренняя архитектура контроллера заряда/разряда аккумуляторных батарей с функцией балансировки - bq77PL900 .Этот контроллер, практически, не используется в ноутбуках, но нашел широкое применение в другой портативной технике. Однако принцип его функционирование аналогичен контроллерам, использующимся в ноутбуках.

ющая схема, которая должна выполнять следующие важнейшие функции:

- контролировать напряжение на каждом элементе батареи;
- контролировать общее напряжение всей батареи;
- разрешать/запрещать заряд батареи;
- управлять шунтирующими транзисторами.

В настоящее время цепь балансировки реализуется в виде интегральной микросхемы, управляющей зарядом/разрядом батарей. Точнее сказать, цепь балансировки является одним из составных элементов интегральной микросхемы, осуществляющей общее управление аккумуляторной батареей.

Все перечисленные выше основные функции цепи балансировки выполняются в определенном порядке и в определенной зависимости от соответствующих факторов. Этот порядок и определяет алгоритм балансировки. Разные контроллеры аккумуляторных батарей реализуют разные алгоритмы балансировки. В этом и заключается их отличие друг от друга.

Какие-то контроллеры реализуют очень простые механизмы балансировки, основанные на измерении величины напряжения, а какие-то в процессе балансировки учитывают не только величину напряжений на элементах, но и оценивают временные характеристики. Какие-то контроллеры в момент разряда перезаряженного элемента останавливают заряд остальных элементов, а какие-то продолжают их заряд. Какие-то контроллеры имеют встроенные схемы балансировки, а какие-то полностью управляются внешним микропроцессором. Какие-то контроллеры анализируют только напряжения на элементах батареи, а какие-то учитывают еще и их емкость.

Одним из наиболее простых алгоритмов балансировки является метод, реализованный в контроллере **bq77PL900**. Этот контроллер предназначен для управления литий-ионной батарей, состоящей из 5...10 последовательно включенных элементов. Этот контроллер

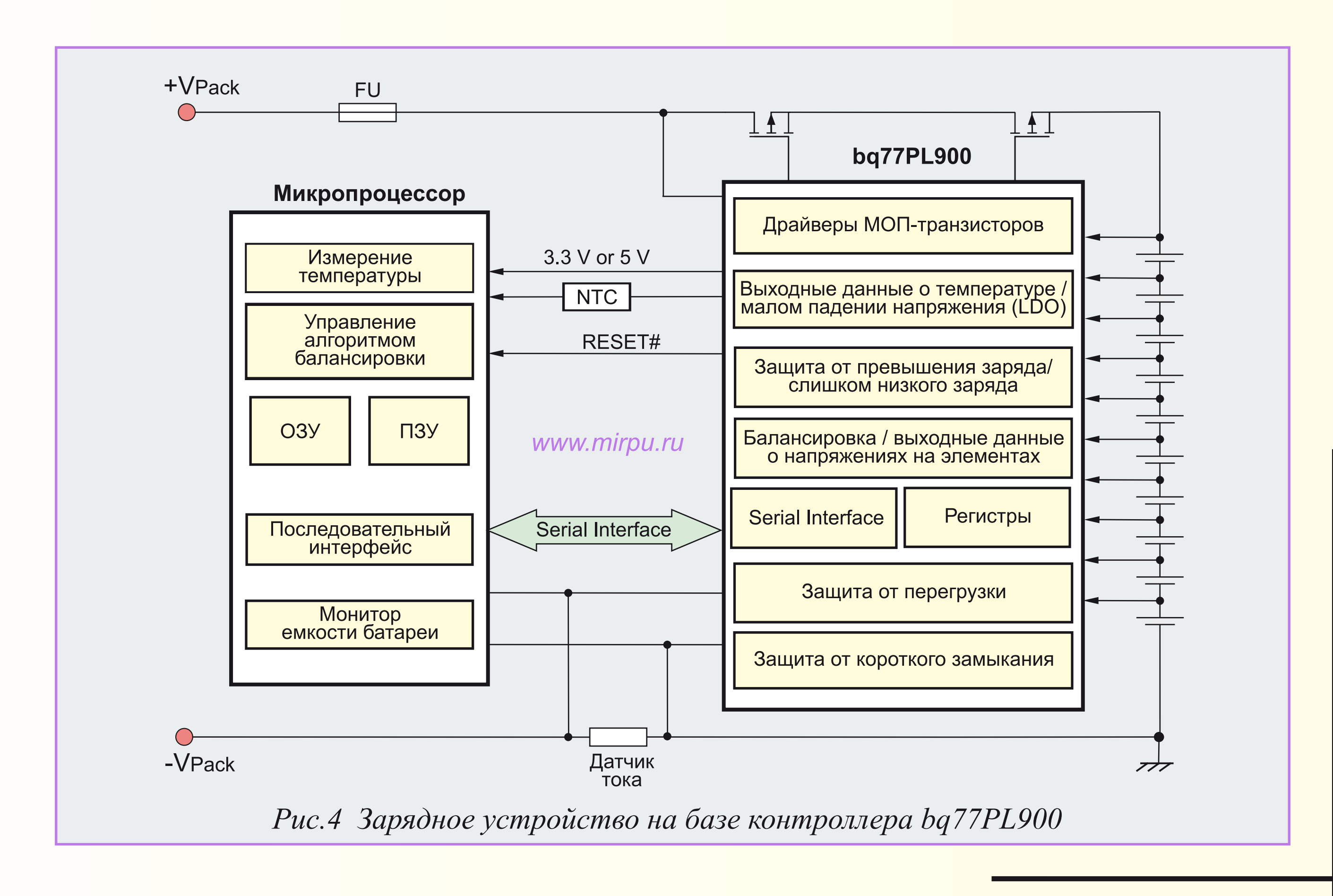


Рис.4 Зарядное устройство на базе контроллера bq77PL900

является функционально-законченным элементом, управляющим, как процессом заряда, так и процессом разряда батареи. Но нас будет интересовать только функционирование модуля балансировки. Балансировка батарей контроллером bq77PL900 осуществляет только лишь на этапе заряда.

В рамках данной статьи мы не будем обсуждать все особенности и характеристики контроллера bq77PL900, ведь все подобные детали можно узнать из описания на микросхему (Data Sheet). Однако внутреннюю структуру микросхемы мы, все-таки, представим (на рис.3), так как это даст лучшее представление о принципах функционирования балансировочного модуля.

Следует отметить, что контроллер bq-77PL900 работает не сама по себе, а в паре с управляющим микропроцессором, который программирует основные функции контроллера, в том числе и процесс балансировки, а также осуществляет управление зарядом и разрядом батареи. Обмен данными между контроллером и процессором осуществляется через последовательный интерфейс (Serial Interface) в качестве которого используется I²C. Таким образом, система управления аккумуляторной батареей на базе bq77PL900 выглядит так, как это показано на рис.4.

На рис.5 приводится упрощенная схема батареи, состоящей из пяти литий-ионных элементов, управляемых контроллером bq77PL900. В этой схеме не показан управляющий микропроцессор. К обязательным элементам любой схемы заряда/разряда батареи относятся следующие элементы, отмеченные на этом рисунке:

- токовый предохранитель FU;
- токовый датчик, позволяющий оценивать величину зарядного/разрядного тока батареи, Rs;
- ключи заряда/разряда QCHG1 и QCHG2.
- шунтирующие резисторы (R1…R6), включаемые между «+» выводом каждого элемента и соответствующим контактом контроллера.

Сопротивление этих резисторов должно находиться в диапазоне от 500 Ом до 1 кОм для обеспечения наилучших условий балансировки.

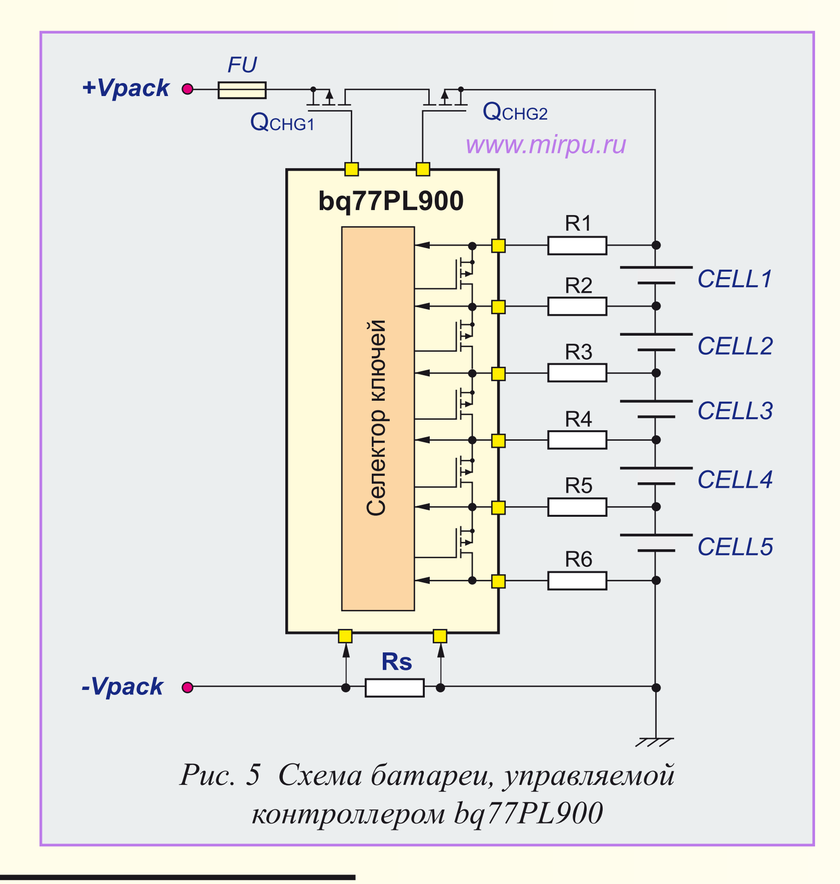


Рис. 5 Схема батареи, управляемой контроллером bq77PL900

Рассмотрим заряд батареи, осуществляемый с использованием алгоритма балансировки. Этот алгоритм описывается диаграммой, представленной на рис.6.

Начало процесса заряда батареи обеспечивается открыванием двух последовательно стоящих ключевых транзисторов QCHG1 и QCHG2. В результате, через последовательно включенные элементы (CELL1…CELL5) начинает протекать зарядный ток, величина которого контролируется с помощью токового датчика Rs. Этим током и осуществляется заряд элементов батареи (см. рис.7).

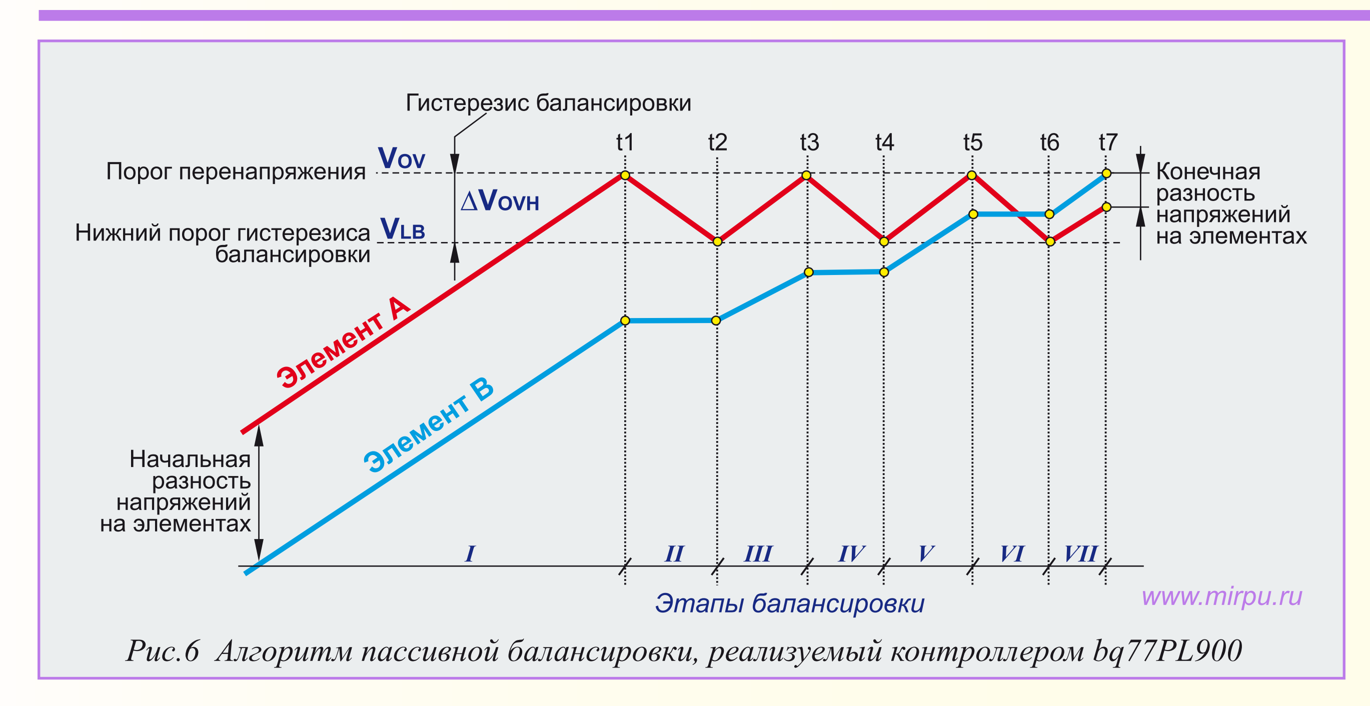


Рис.6 Алгоритм пассивной балансировки, реализуемый контроллером bq77PL900

Процесс заряда продолжается до тех пор, пока контроллер не определит состояние перенапряжения (Overvoltage) на каком-то из элементов (назовем его Элемент-А). Время заряда Элемента-А до уровня Overvoltage является первым этапом алгоритма балансировки. Уровень Overvoltage программируется в одном из внутренних регистров контроллера bq77PL900, и на рис.6 этот порог обозначен Vov. Предположим, что до этого верхнего порога Элемент-А зарядился в момент времени t1. При этом, на остальных элементах (условно назовем их Элемент-В) напряжение значительно меньше.

Чтобы теперь компенсировать разницу напряжений на элементах, в момент t1 начинается второй этап процедуры балансировки (**Этап II**). На этом этапе происходит два события:

1. закрывается один из ключей за-ряда/разряда (например, Q_{CHG2}), что приводит к прекращению зарядного тока батареи;
2. открывается внутренний шунтирующий транзистор контроллера bq77PL900 соответствующий Элементу-А, и выполняющий функцию ключа. Это приводит к появлению разрядного тока Элемента-А (см. рис.8).

Так как зарядный ток прервался, то процесс заряда всех элементов батареи приостанавливается. На всех Элементах-В на протяжении всего **Этапа II** напряжение удерживается на том уровне, которого оно достигло к моменту времени t1. А вот напряжение Элемента-А начинает достаточно резко уменьшаться, и часть

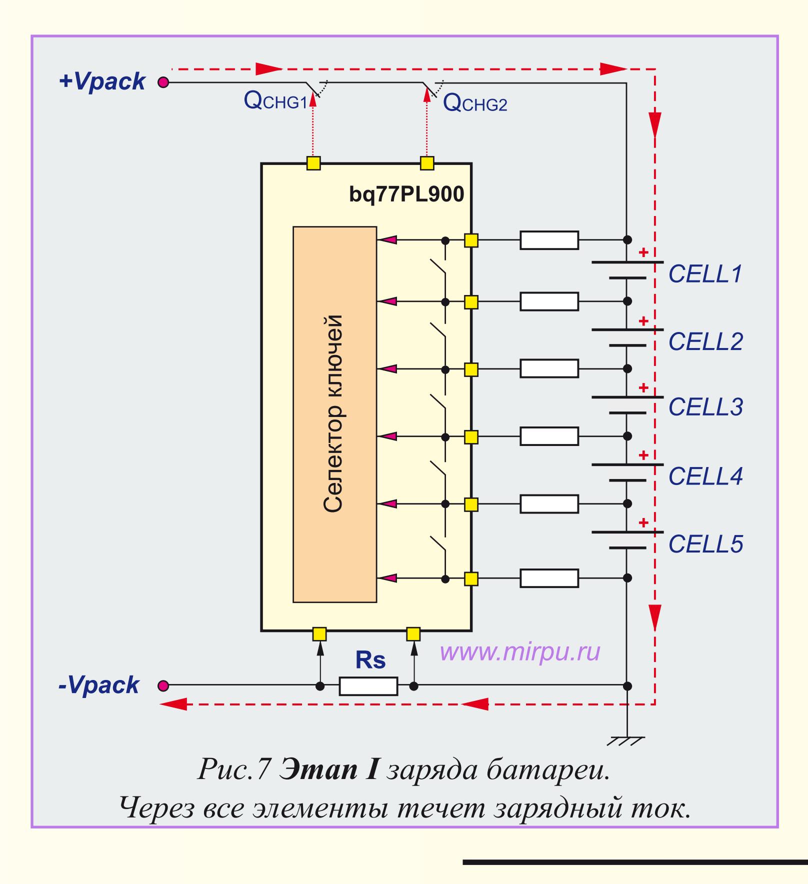


*Рис.7 **Этап I** заряда батареи.*
Через все элементы течет зарядный ток.

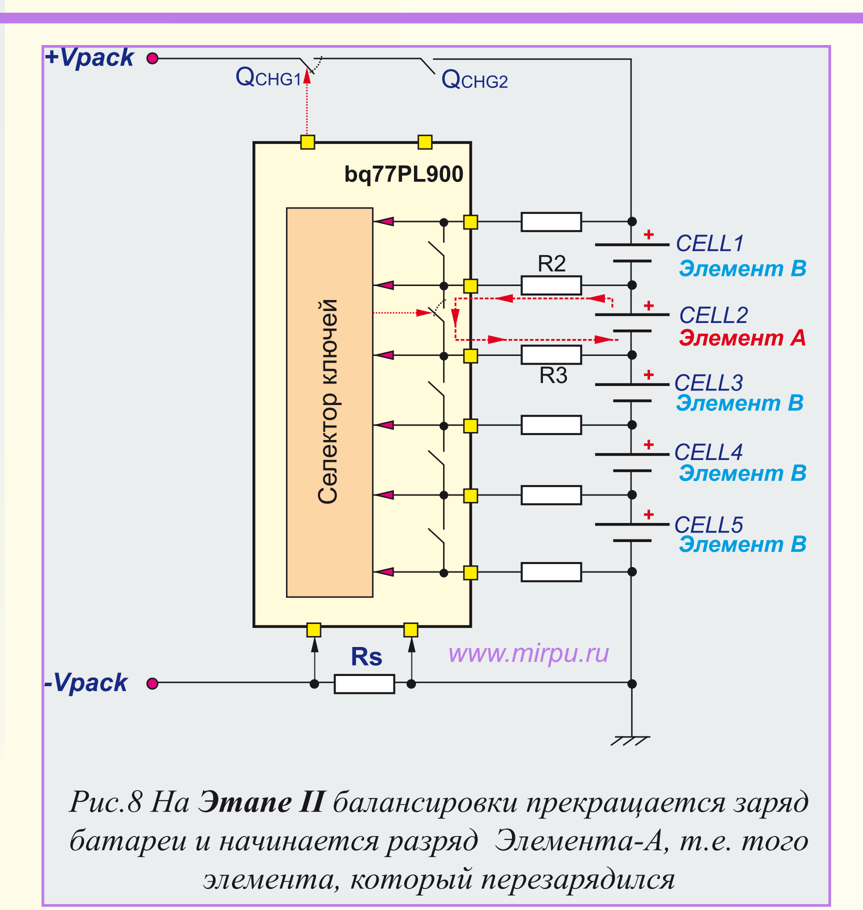


*Рис.8 На **Этапе II** балансировки прекращается заряд батареи и начинается разряд Элемента-А, т.е. того элемента, который перезарядился*

накопленной на нем энергии рассеивается в виде тепла на шунтирующих резисторах R2 и R3.

Процесс разряда Элемента-А продолжается до тех пор, пока напряжение на нем не достигнет нижнего порога балансировки VLB. Разница напряжений верхнего порога (Vov) и нижнего порога (VLB) образует, так называемый, гистерезис балансировки (VOVH), величина которого также программируется во внутреннем регистре контроллера bq77PL900. Итак, когда напряжение Элемента-А в процессе его разряда понизится на величину VOVH, второй этап процедуры балансировки (**Этап II**) закончится. И в момент времени t3 вновь возобновится заряд всех элементов батареи, т.е. в этот момент времени откроются оба транзистора QCHG1/QCHG2 и закроется шунтирующих ключ контроллера bq77PL900.

На **Этапе III** все элементы батареи заряжаются и этот этап длиться до тех пор, пока напряжение на Элементе-А вновь не достигнет верхнего порога Vov. И все повторяется аналогично тому, как это было на **Этапе II**.

Однако после окончания **Этапа** IV, разница напряжений между Элементом-А и Элементами-В становится еще меньше. Таким образом, постепенно, за несколько этапов, разница напряжений на всех элементах батареи уменьшается до уровня допустимой погрешности. Заряд батареи заканчивается, когда разница напряжений на Элементе-А и Элементах-В станет меньше величины гистерезиса балансировки VOVH.

Количество этапов балансировки определяется качеством и характеристиками элементов, из которых состоит батарея.

Контроллер bq77PL900, как впрочем и большинство других аналогичных микросхем, спроектирован таким образом, чтобы предотвращать одновременную балансировку смежных элементов. Так, например, если одновременно будет определенно состояние перенапряжения на элементах CELL1, CELL2 и CELL5, то сначала проводится балансировка для элементов CELL1 и CELL5 (они разряжаются) и только потом, если напряжение на CELL1 вернется к нормальному состоянию (т.е. отсутствует **Overvoltage**), контроллер приступает к балансировке CELL2.

Если контроллер bq77PL900 определяет состояние перенапряжения на батарее, или превышение зарядного тока, то балансировка автоматически отключается.

(Продолжение в следующем номере)

Современные технологии фиксации изображения в лазерных принтерах

В предыдущем номере нашего журнала мы рассмотрели технологию FBNF (Free Belt Nip Fusing), использующуюся в некоторых цветных лазерных принтерах для фиксации тонера на бумаге. Но эта технология, призванная сократить время прогрева печки, а, значит, снизить энергопотребление принтера и уменьшить габариты блока фиксации, не является единственной. Существуют и другие интересные способы добиться тех же самых результатов. Сегодня наше внимание привлекла технология, название которой в официальных публикациях, пресс-релизах и сервисных руководствах нам найти не удалось. Но этот метод фиксации, пожалуй, можно отнести к одной из разновидностей технологии FBNF, и поэтому данный обзор будем рассматривать в качестве второй части статьи об FBNF.

Напомним, что основной идеей разработки технологии FBNF была замена массивного резинового прижимного вала специальной конструкцией, которая имеет малую тепловую емкость, но при этом обеспечивает значительную ширину зоны фиксации – зоны прижима (NIP). При этом зона фиксации формируется специальной подушечкой (Pad), поверх которой скользит вращающийся ремень (Belt). Внешний вид этого ремня, кста-ти сказать, в значительной степени напоминает всем известные термопленки, применяющиеся в аппаратах Canon и Hewlett Packard. Конструкция традиционной печки FBNF представлена на рис.1.

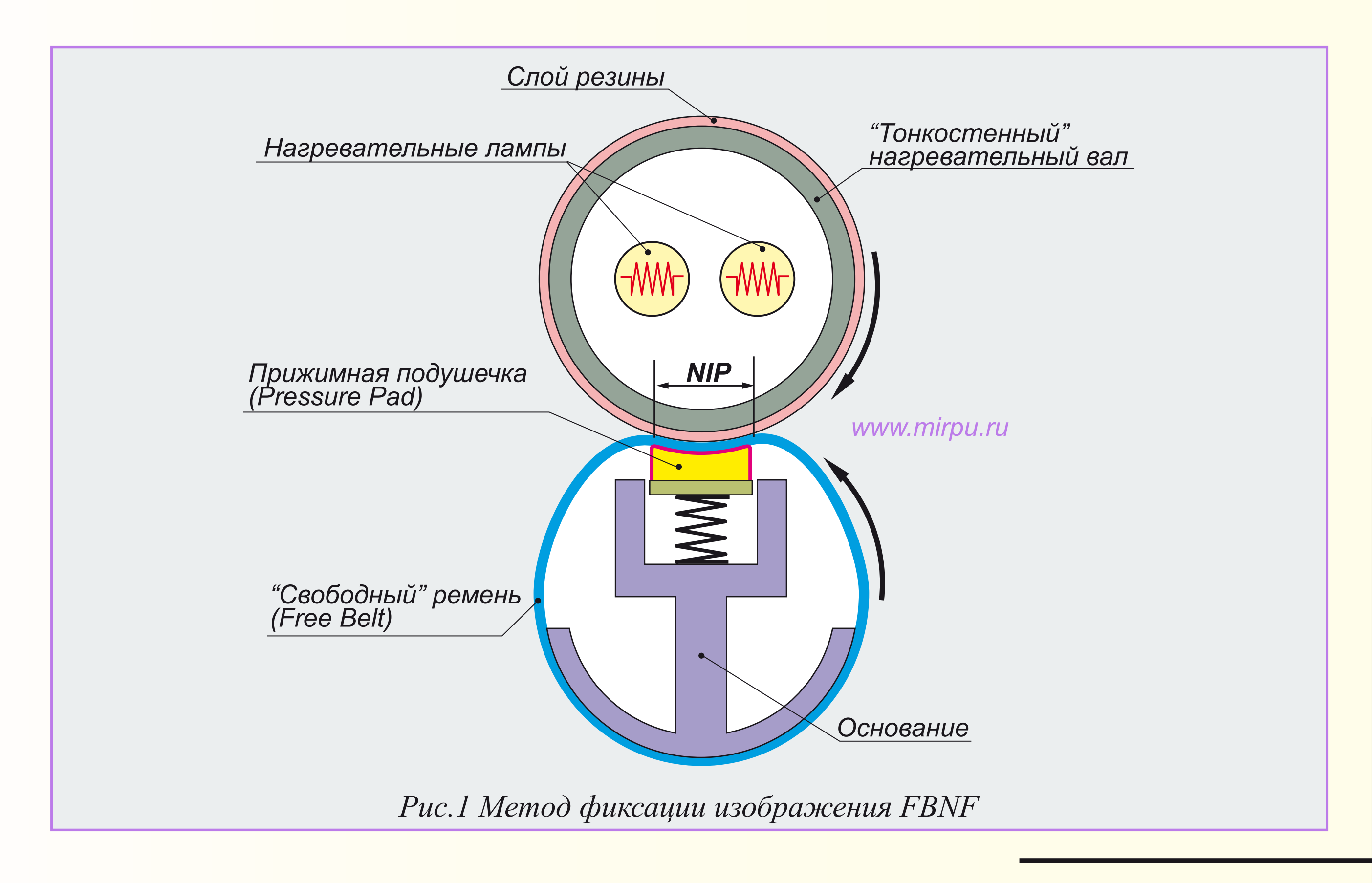


Рис.1 Метод фиксации изображения FBNF

Однако для высокоскоростной двусторонней печати может потребоваться некоторая доработка данной технологии. Целью этих доработок конструкции печки является:

1. увеличение скорости прогрева прижимного ремня;
2. поддержание на прижимном ремне более высокой и равномерной температуры;
3. обеспечение равномерного вращения прижимного ремня.

Все три задачи, как оказывается, можно решить добавлением в конструкцию печки нагревательного прижимного вала, который одновременно является и ведущим валом ремня (рис.2). Этот вал представляет собой тонкостенный полый цилиндр, внешняя поверхность которого является достаточно «шершавой». Шероховатость этого ведущего вала позволяет создать значительную силу трения между валом и прижимным ремнем, которая так необходима для надежного вращения ремня.

Кроме того, внутрь этого полого вала помещается длинная нагревательная вольфрамо-галогеновая лампа – нагревательный стержень. Таким образом, этот ведущий вал, в принципе, превращается в нагревательный вал с достаточно тонкими стенками. Все это позволяет достаточно быстро прогреть прижимной ремень изнутри, и позволяет избежать ситуации, когда прижимная конструкция «отбирает» тепло от нагревательного вала печки. Все это делает возможным дальнейшее уменьшение габаритов печки, в частности, теперь уже за счет снижения диаметра верхнего нагревательного вала.

Теперь давайте уточним некоторые детали представленной конструкции. Во-первых, отметим прижимную подушечку. Термин подушечка (Pad), используемый в сервисных руководствах и патентах, не очень то подходит к этой детали конструкции. В русском языке под подушечкой мы привыкли понимать нечто мягкое, эластичное, податливое. Здесь же, эта «подушечка» представляет собой негнущуюся пластину из жесткого металла (обычно из стали). «Рабочая поверхность» этой пластины имеет незначительную выемку, предназначенную для изгиба листа и создания специальной S-образной формы зоны фиксации (рис.3).

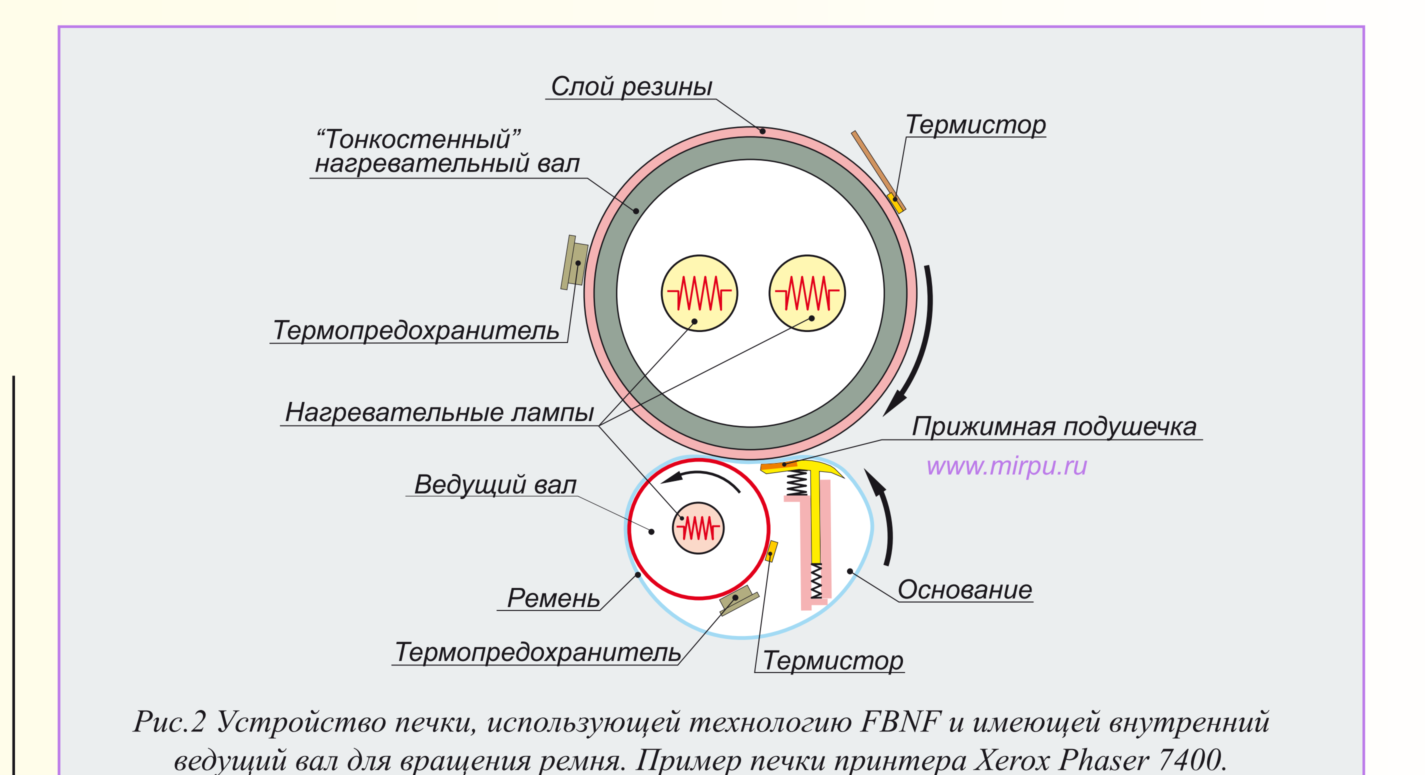


Рис.2 Устройство печки, использующей технологию FBNF и имеющей внутренний ведущий вал для вращения ремня. Пример печки принтера Xerox Phaser 7400.

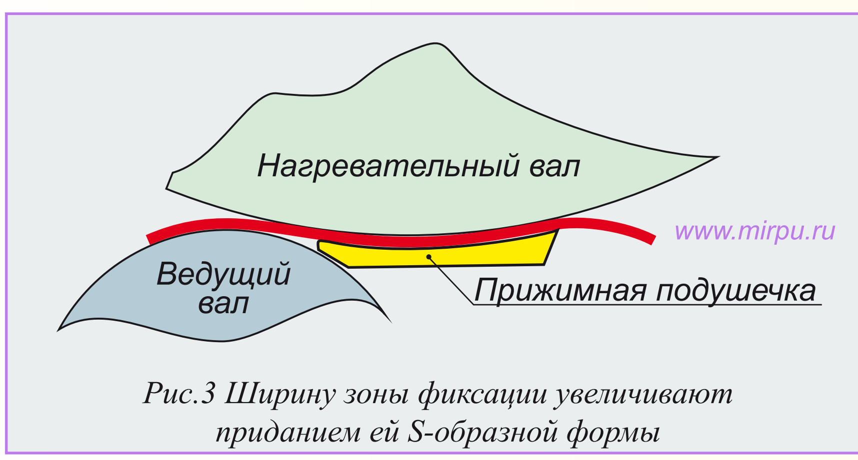


Рис.3 Ширину зоны фиксации увеличивают приданием ей S-образной формы

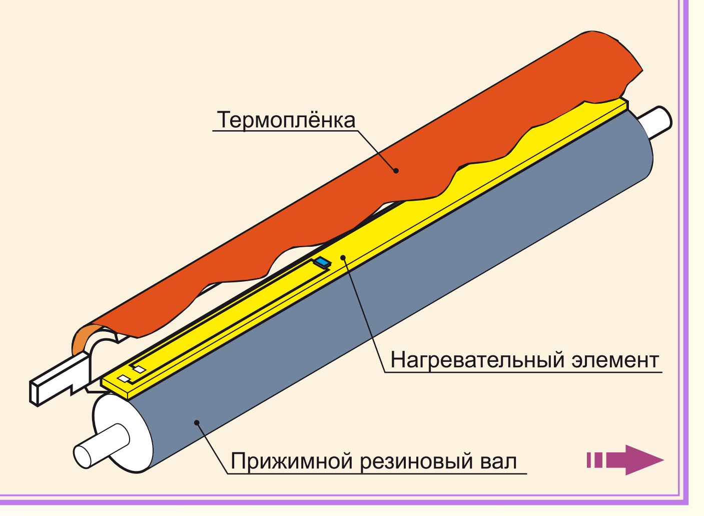
S-образная форма зоны фиксации предусмотрена конструкторами для увеличения ее длины. S-образная форма зоны фиксации создается подушечкой и следующим за ней прижимным валом. Таким образом, этот вал, введенный в конструкцию печки, выполняет сразу три функции:

- является прижимным валом, формирующим зону фиксации NIP;
- является нагревательным валом, обеспечивающим прогрев ремня;
- является ведущим валом, обеспечивающим вращение ремня.

Во-вторых, следует обратить внимание и на нагревательный вал. У него можно отметить две особенности. Первая его особенность – это его габариты. Нагревательный вал имеет относительно небольшой диаметр, а также его стенки стали еще тоньше, что позволяет значительно снизить время его прогрева и снизить энергопотребление печки. Это стало возможным именно за счет введения в конструкцию печки прижимного вала с подогревом. Кроме того, небольшой диаметр нагревательного вала стал возможен за счет S-образной формы зоны фиксации. Вторая особенность нагревательного вала – это его покрытие. Дело в том, что он покрыт достаточно толстым слоем резины – до 2 мм. Это необходимо для формирования прижима в зоне фиксации. Ранее мы уже отмечали, что, и прижимная подушечка, и прижимной вал являются жесткими и выполнены из металла. Именно поэтому для предотвращения сдвига тонера на бумаге и обеспечения «мягкого» прижима бумаги, необходим слой резины на нагревательном валу (рис.4). Прижимной ремень не является мягким – он тонкий, и представляет собой достаточно жесткий полимер.

Технологии разогрева SURF, On-Demand и Instant-On.
Особенности термопленок для цветной печати.

Более 20 лет назад компания Canon разработала новую в то время технологию, которая совершила революцию в энергетике печатающих устройств. Эта технология получила название **SURF** (Surface Rapid Fixing/Fusing) (дословно – быстрая поверхностная фиксация или быстрый поверхностный нагрев). Начиная с 1990 года, эта технология активно используется компаний Canon в своих копировальных аппаратах, принтерах и МФУ.



Практическая реализация этой технологии известна каждому человеку, имеющему хоть малейшее отношение к обслуживанию и поддержке печатающих устройств.

Главными элементами этой технологии фиксации являются:
- термопленка, выполненная из материалов

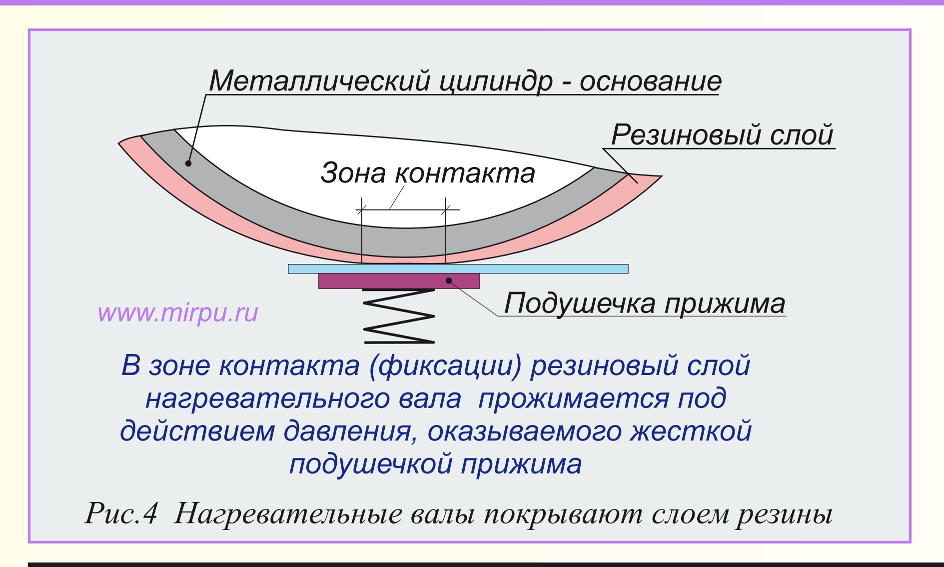


Рис.4 Нагревательные валы покрывают слоем резины

В заключение, обратим внимание на то, что прогрев нагревательного вала осуществляется двумя нагревательными лампами. Вроде бы это замечание может показаться и не таким принципиальным, но, как показывает практика, это правило соблюдается производителем неукоснительно.

с очень хорошей теплопроводностью и малой тепловой емкостью;

- плоский линейный керамический нагреватель в виде длинной и узкой пластины, обеспечивающий точечный прогрев зоны фиксации изображения.

Особенностью технологии является то, что нагреватель начинает разогреваться только в тот момент времени, когда включается главный мотор аппарата, т.е. когда начинает вращаться термопленка и начинается подача бумаги. В зону фиксации, т.е. на бумагу, тепло нагревателя передается через термопленку.

Эту технологию в настоящее время компания Canon презентует как технологию On-Demand (дословно можно перевести, как «по-требованию», по-видимому, имеется в виду, что нагрев осуществляется только тогда, когда это требуется, т.е. непосредственно в момент печати).

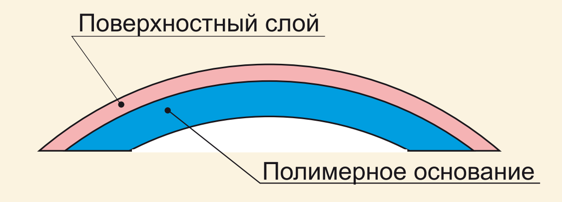
А вот компания Hewlett Packard эту же технологию фиксации с термопленками называет Instant-On (можно перевести как мгновенное включение).

Технология фиксации On-Demand обеспечивает максимальную экономию электроэнергии в сравнении со всеми другими видами и технологиями разогрева, используемых другими производителями оргтехники. По сравнению с традиционным методом разогрева (с помощью тефлонового вала), технология On-Demand позволяет экономить до 75% мощности.

Canon использует технологию On-Demand не только в монохромной печати, но и во вновь разрабатываемых цветных принтерах и копировальных аппаратах, выпускаемых также и под торговой маркой HP. Однако для обеспечения возможности использования этой технологии в цветной печати, пришлось несколько подкорректировать конструкцию термопленки. Дело в том, что цветная печать требует большего количества энергии для равномерного пропекания тонера, для чего приходиться либо увеличивать температуру фиксации, либо увеличивать ширину зоны фиксации, либо снижать скорость печати.

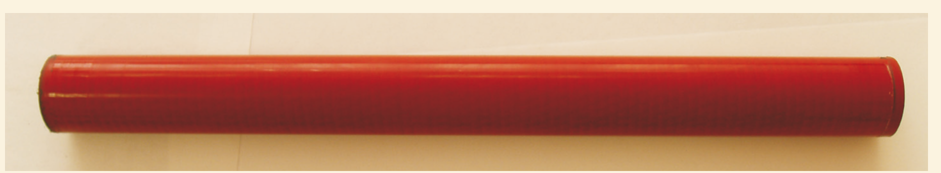
Какие же изменения внесены в «конструкцию» термопленки? Давайте разберемся.

Термопленки для монохромной печати представляют собой двухслойную структуру:
- полимерная основание;
- поверхностный слой.



Полимерное основание обеспечивает прочность пленки и задает ее форму. А поверхностный слой предотвращает налипание тонера, т.е. представляет собой «анти-пригорающее» покрытие. Поверхностный слой должен быть достаточно гладким, и не должен «смачиваться» расплавляемым тонером, т.е. тонер должен отталкиваться поверхностью термопленки.

Такая конструкция имеет некоторый недостаток. Полимерное основание обладает некоторым термическим сопротивлением, т.е. препятствует распространению тепла. В монохромной печати с этим можно было мириться, однако в цветной печати это

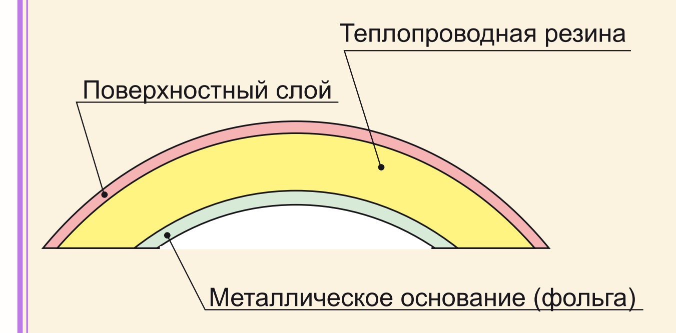


уже становится препятствием для получения высококачественных отпечатков.

В устройствах цветной печати используются трехслойные термопленки:
- внутренний слой – металлическое основание;
- средний слой – теплопроводная резина;
- внешний поверхностный слой.

Вместо полимерного основания, препятствующего распространению тепла, в новых термопленках используется основание из тонкого металла (фольги), обладающего высочайшей теплопроводностью. Мягкий резиновый слой способствует улучшенному прогреву тонера, гарантируя равномерное распределение тепла. Поверхностный слой, обладая еще большим «глянцем», препятствует прилипанию тонера к термопленке.

Таким образом, усовершенствованная конструкция термопленок для цветной печати обеспечивает, во-первых, лучшую теплопередачу, а , во-вторых, более ровное распределение тепла по поверхности. Все это позволяет добиться необходимого качества цветной печати.



Внешний вид трехслойных термопленок отличается от привычных термопленок. Они имеют красно-оранжевый цвет, и они заметно толще. Естественно, что замена трехслойных термопленок на двухслойные недопустима, и разрыв термопленки в цветном принтере сопряжен с целым рядом проблем, главной из которых является сложность в приобретении совместимых трехслойных термопленок.

К положительным новостям следует отнести то, что в настоящее время на отечественном рынке имеется возможность приобретения этих высокотехнологичных термопленок.

Достаточно большой выбор темопленок для цветных лазерных принтеров предлагает компания ITCO Traiding (г. Москва). В ассортименте этой компании, зарекомендовавшей себя на рынке надежным поставщиком и удобным партнером, найдутся термопленки для таких популярных моделей принтеров как HP CLJ 1500/ 2550/ 2600/3500/ 3700/ 4600. Оценить широкий спектр запчастей для принтеров и копировальных аппаратов, запчастей для картриджей и профессионального оборудования для заправки картриджей, вы сможете на сайте компании http://www.fuserfilm.ru/

Диагностируем источник высоких напряжений лазерного МФУ Xerox WorkCentre 3220

Появление этой короткой публикации стало результатом решения одной проблемы, которую можно описать как: бледная печать, светлая печать, недостаточная плотность изображения и т.п. Эта проблема в указанной модели МФУ и ее аналогах, выпускаемых под другими брэндами, встречается достаточно часто, и в некоторых случаях описанный нами опыт позволит сэкономить время и силы.

Источник высоких напряжений, чаще всего в англоязычной документации обозначаемый как **HVPS** (High Voltage Power Supply), нельзя отнести к тем элементам лазерных принтеров, которые дают значительный процент отказов. Однако при работе с последними моделями печатающих устройств Samsung и Xerox, достаточно часто приходится решать проблему бледной печати (низкой плотности), одной из возможных причин которой является неисправность высоковольтного источника питания.

Кстати, как показывает практика, процент брака в высоковольтных источниках последних моделей Xerox и Samsung значительно превышает среднестатистические показатели. И причиной тому служат не ошибки в схемотехнике, и не применение некондиционных радиодеталей, а отвратительное исполнения контактных площадок и использование для их изготовления металлов низкого качества, подверженных очень быстрому окислению.

Как известно, низкая плотность печати может быть вызвана целым рядом причин, особенно в ситуации, когда картридж перезаправляется и восстанавливается. К числу наиболее вероятных причин, конечно же, относятся и качество



тонера, и качество фотобарабана, и качество выполненных работ. Как решать проблему в этом случае, даже и не следует обсуждать… А вот что делать, если картридж здесь не причем, и даже установка нового картриджа не дает результата?

В этом случае причин малой плотности печати две:

- малая мощность светового потока лазера, вызванная запылением оптики блока лазера;
- несоответствие заданным номиналам высоких напряжений, что вызвано неисправностью HVPS.

В этой ситуации большинство специалистов предпочитают сначала почистить блок лазера, и если этой

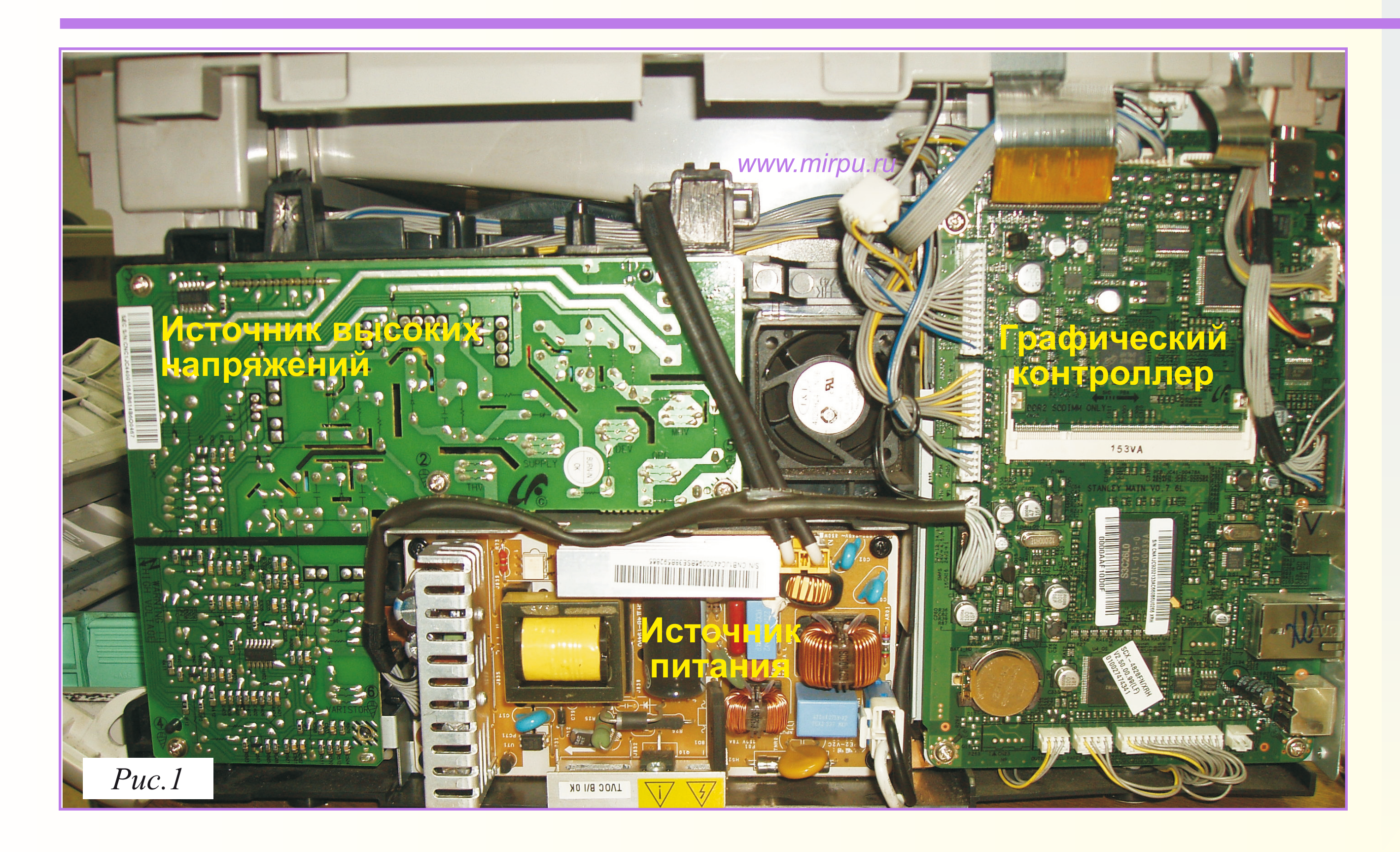


Рис.1

действие не принесет ожидаемого результата, уже говорить о диагностике HVPS. При этом среди специалистов сложилось устойчивое мнение, что проверить исправность высоковольтного источника питания можно только его заменой на гарантированно исправный источник.

Но, оказывается, в современных МФУ, особенно в Xerox'ах и Samsung'ах гораздо быстрее и проще убедиться в исправности HVPS, чем заниматься чисткой блока лазера.

Для диагностики высоковольтного источника нам понадобится только тестер, позволяющий измерять напряжения постоянного тока величиной до 1000 Вольт. К слову сказать, практически любой современный тестер, даже из самых дешевых, позволяет это делать.

Рассмотрим процедуру диагностики на примере достаточно массового МФУ Xerox Work Centre 3220. Доступ к HVPS закрывает только правая боковая крышка корпуса аппарата. Для ее демонтажа необходимо открутить один винт с тыльной стороны аппарата. Крышка удаляется, и мы получаем доступ к целому ряду печатных плат, в том числе и к плате HVPS (рис.1). Все остальные крышки аппарата должны остаться на месте.

Обратим внимание на плату источника высоких напряжений (рис.2). Оказывается, все контактные площадки, на которых формируются выходные напряжения этого блока, подписаны и обозначены.

1. **MHV** – (Main High Voltage) главное высокое напряжение – напряжение заряда фотобарабана. Это всегда отрицательное постоянное напряжение.
2. **OPC** – (Organic Photoconductor) – напряжение на металлической подложке фотобарабана. Это всегда отрицательное постоянное напряжение.
3. **SUPPLY** – напряжение подающего вала (Supply Roller). Это отрицательное постоянное напряжение.
4. **DEV** – (Developing) напряжение проявительного вала. Это отрицательное постоянное напряжение.
5. **THV** – (Transfer High Voltage) – высокое напряжение вала переноса. Это напряжение может быть как положительным, так и отрицательным,

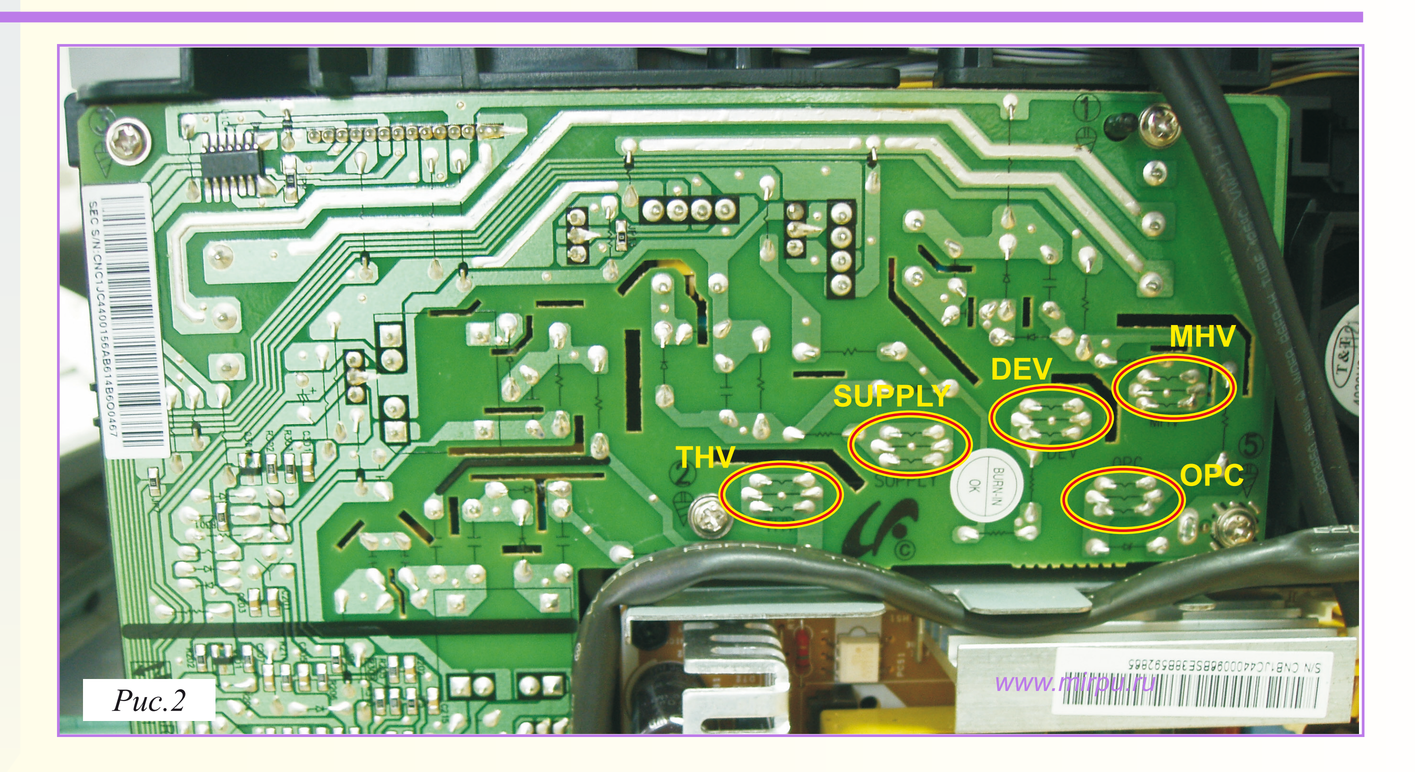


Рис.2

в зависимости от периода работы принтера. Во время печати напряжение является постоянным отрицательным, а его величина может изменяться при изменении влажности воздуха.

Полностью проверку всех напряжений следует проводить в два этапа:

1. на этапе начальной инициализации принтера;
2. во время печати.

Диагностика на этапе инициализации

На этом этапе диагностируются напряжения на контактных площадках MHV, OPC и THV. Для диагностики необходимо включить аппарат, и в тот момент времени, когда крутится главный мотор привода, необходимо измерить напряжения в указанных точках. Полученные результаты при исправном источнике должны соответствовать значениям, указанным в табл.1. На этом этапе следует обратить внимание на то, что напряжение THV является отрицательным. Этим обеспечивается очистка вала переноса. На этапе начальной инициализации напряжения DEV и SUPPLY не активизируются.

Диагностика на этапе печати

На этом этапе диагностируются все высокие напряжения. Для тестирования напряжений необходимо сделать так, чтобы МФУ/принтер что-либо распечатал. И во время прохождения листа с помощью тестера измеряется напряжение на всех точках платы. Скорее всего, понадобиться распечатка нескольких листов, чтобы успеть измерить все напряжения. Номиналы всех напряжений сведены в табл.2. Следует

Таблица 1. Номиналы высоких напряжений МФУ Xerox WC3220 на этапе инициализации

Контрольная точка	Номинал
MHV	*-1240 В*
OPC	*-100 В*
SUPPLY	*0 В*
DEV	*0 В*
THV	*-240 В*

Таблица 2. Номиналы высоких напряжений МФУ Xerox WC3220 на этапе печати

Контрольная точка	Номинал
MHV	*-1240 В*
OPC	*-100 В*
SUPPLY	*-680 В*
DEV	*-420 В*
THV	*+500 В*

обратить внимание, что напряжение THV изменило свой знак, и во время печати становится положительным.

Соответствие измеренных напряжений тем значениям, которые указаны в табл.1 и табл.2. говорит о полной исправности платы высоких напряжений. На рис.3 представлена упрощенная схема, поясняющая распределение высоких напряжений и поясняющая принцип формирования изображения в аппарате Xerox WC 3220.

Если же при этом принтер все равно печатает слабо, то следует обратить внимание на сами контактные площадки с другой стороны платы. Для этого придется плату демонтировать, открутив все е крепежные винты. На демонтированной плате необходимо зачистить контактные площадки (натфелем или наждачной бумагой). Некоторые специалисты при этом дополнительно еще и лудят проводники контактной площадки.

Если же вспомнить аннотацию данной статьи, то можно сказать что к появлению статьи привело решение проблемы малой плотности печати. И вызвано это было отсутствием напряжения на валу переноса, т.е. напряжения THV. Предварительная диагностика причины неисправности осуществлялась с помощью стоп-теста (это когда во время печати принтер выключается, и анализируется изображение на фотобарабане и на бумаге). Так вот, стоп-тест показал, что изображение на фотобарабане было абсолютно нормальным, с хорошей плотностью. Таким образом, вывод очевиден – низкая плотность печати вызвана отсутствием высокого напряжения переноса.

Далее была проведена проверка формирования напряжения THV, которая показала, что напряжение формируется, и

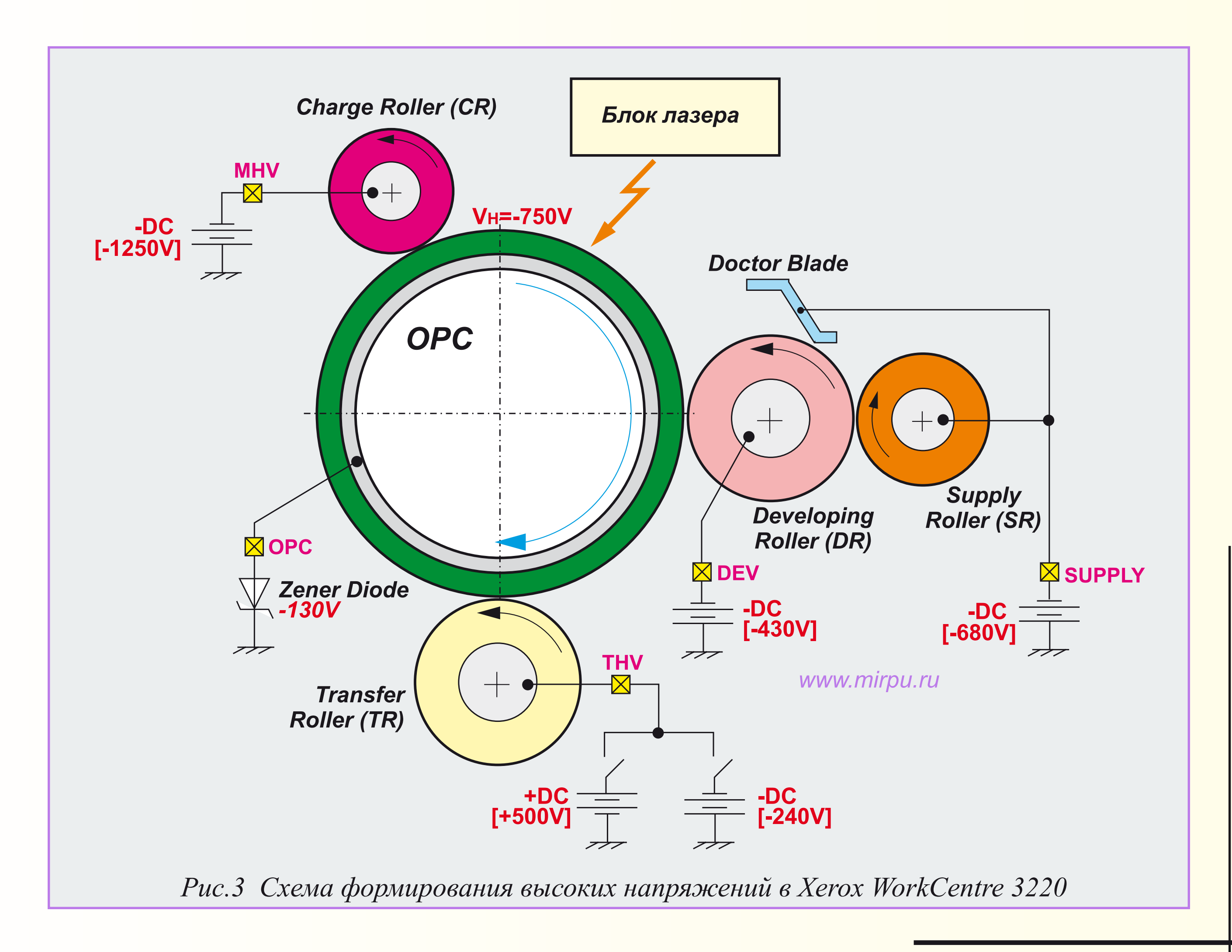


Рис.3 Схема формирования высоких напряжений в Xerox WorkCentre 3220

оно соответствует номинальным значениям. В результате был сделан вывод об исправности источника высоких напряжений и о плохом контакте в цепи THV, что и подтвердилось дальнейшими действиям. Зачистка площадки THV привела к восстановлению нормальной печати.

По напряжению THV необходимо сделать еще одно очень важное замечание, которое необходимо учитывать на практике. Дело в том, что во всех принтерах всех производителей величина напряжения переноса варьируется в зависимости от условий окружающей среды, т.е. зависит от влажности воздуха и влажности бумаги, на которой осуществляется печать. При этом диапазон изменений напряжения THV может быть довольно значительным. Так, например, в документации на аппарат Xerox WC 3220 указано, что напряжение THV может достигать величины +5 кВ. Это обязательно следует учитывать, когда проводится измерение напряжения на контактной площадке THV. Вместе с тем, неоднократные измерения напряжения THV в Xerox WC 3220 в разное время года показали, что реально это напряжение имеет номинал всего лишь около +500В, но безапелляционно утверждать, что точно такие же цифры будут и у вас, мы не беремся…

Внимание! Подписка на печатное издание

Учитывая пожелания постоянных читателей и постоянных подписчиков, редакция журнала приняла решение о возобновлении печатного издания журнала «Мир периферийных устройств ПК». Теперь все желающие получать наш журнал в привычном виде на бумаге, имеют возможность это сделать, осуществив редакционную подписку на 2013 год. Переход к печатному платному изданию не означает отказ от выпуска и электронной версии журнала, однако печатный вариант журнала будет отличаться целым рядом преимуществ:

- объем печатного варианта журнала будет больше его бесплатной электронной версии;
- в печатном варианте журнала будут публиковаться самые интересные, полезные и уникальные статьи, которых вы не найдете в электронной версии;
- в печатном издании все статьи будут представлены в полном объеме, в то время как в электронном журнале будут публиковаться их «усеченные» версии;
- подписчики печатного издания будут иметь возможность получать еще и электронный образ полной версии журнала.

Все о подписке: info@mirpu.ru / +7-927-379-00-55 / http://www.mirpu.ru